



Universidade de Brasília

ALICE ARAUJO MARQUES DE SÁ

DESIGN, INOVAÇÃO E ESTRATÉGIAS NATURAIS:

Aplicações de Princípios Biomiméticos e Biofílicos em Projetos Criativos

BRASÍLIA

2018

ALICE ARAUJO MARQUES DE SÁ

DESIGN, INOVAÇÃO E ESTRATÉGIAS NATURAIS:
Aplicações de Princípios Biomiméticos e Biofílicos em Projetos Criativos

Relatório apresentado ao curso de Graduação em Design,
Departamento de Design, Instituto de Artes, Universidade de
Brasília, como parte das exigências à obtenção do título de Designer
Graduada em Programação Visual e Projeto de Produto.

Orientadoras: Profa. Dra. Fátima Santos Aparecida
Profa. Dra. Nayara Moreno de Siqueira

BRASÍLIA

2018

AGRADECIMENTOS

Às professoras Fátima Santos Aparecida e Nayara Moreno de Siqueira, pelo apoio estimulante, colaborativo e crítico ao longo das orientações essenciais para desenvolvimento desses projetos.

Aos meus amigos e colegas, meu reconhecimento pelo companheirismo nos momentos desafiadores que vivenciamos durante nossa Graduação. Preciosos vínculos, que desejo manter nas próximas etapas de nossas vidas como designers.

Aos meus pais, agradeço pelo apoio incondicional e incansável paciência durante esta trajetória. Modelos de coragem e tenacidade, dedico a eles esses trabalhos.

Por fim, minha gratidão a Hamlet, Pólux, My Friend, Nasser e Spirit por me fazerem conhecer mais sobre a natureza e suas belas criaturas.

“O ser humano é parte do todo, denominado ‘Universo’, uma porção limitada no tempo e no espaço. Ele experimenta a si mesmo, seus pensamentos e sentimentos, como um segmento separado do resto circundante, uma ilusão de ótica de sua consciência. Esta ilusão é um cárcere, restringindo-nos a nossos desejos pessoais e ao afeto dedicado somente às pessoas que nos são mais próximas. Nossa meta deve ser a de nos livrarmos dessa prisão, ampliando nosso círculo de compaixão para abraçar todas as criaturas vivas e toda a beleza Natural”

Albert Einstein

RESUMO

A Biomimética consiste na emulação consciente da natureza, a qual é considerada como modelo, medida e mentora, a partir de uma perspectiva formal, processual e sistêmica. A Biofilia corresponde ao vínculo inato entre ser humano e meio natural. Tendo em vista tais pressupostos, o Projeto de Programação Visual e o Projeto de Produto destinaram-se à aplicação de princípios naturais ao campo do Design. Ambos abarcaram três etapas gerais: 1) análise paramétrica de 40 produtos pré-existentes; 2) elaboração de espiral do Design para Biologia, *brainstorming*, matriz de conceitos biológicos, matriz SWOT, *Business Model Canvas*, painéis visuais, mapas mentais e *sketches*; e 3) geração de alternativas, construção em substrato físico e prototipagem digital. Sendo assim, empreendeu-se o estudo de organismos – *Hippocampus*, *Phrynosoma macleayi*, *Victoria amazonica* – e de geometria vegetal, caracterizados por padrões biomórficos, sistemas complexos e estruturas modulares resistentes. Resultaram desses procedimentos metodológicos: identidade visual generativa Biosense; sistema interativo em Processing e Arduino; peças de mobiliário e ambiente multifuncional. Também se discutiu a relevância do enfoque interdisciplinar como recurso de inovação do designer, notadamente os aportes da natureza, onde especificidades e adaptações foram testadas evolutivamente.

Palavras-chave: Biomimética. Biofilia. Design. Identidade Visual Generativa. Design Gráfico.

ABSTRACT

Biomimicry is the conscious emulation of nature, which is considered as a model, measure and mentor, from a formal, procedural and systemic perspective. Biophilia corresponds to the innate connection between humans and natural environment. In this study, the Graphic and Product Designs were combined with natural principles, developed in three main stages: 1) parametric analysis of 40 pre-existing products; 2) Spiral of Design to Biology, brainstorming, biological concepts matrix, SWOT matrix, Business Model Canvas, visual panels, mind maps, sketches; and 3) creation of physical models and digital prototyping. Thus, the study of organisms - *Hippocampus*, *Phycodurus eques*, *Victoria amazonica* - and botanical geometry was carried out. The research evidenced common characteristics such as biomorphic patterns, complex systems and resistant modular structures. As a result of these methodological procedures were obtained: generative visual identity; Processing and Arduino interactive system; furniture elements and interior design. The relevance of an interdisciplinary approach as a resource of innovation for designers is discussed, notably the contributions of natural models, where systems, processes and preferences have been tested evolutionarily.

Keywords: Biomimicry. Biophilia. Design. Generative Visual Identity. Graphic Design.

RESUMÉ

Le Biomimétisme est l'émulation consciente de la nature, considérant ses principes comme modèle, étalon et maître, d'une perspective formelle, processuelle et systémique. La Biophilie correspond à la connexion innée entre l'être humain et l'environnement naturel. Compte tenu de ces hypothèses, le projet de Design Graphique et de Design de Produit ont appliqué des principes naturels au domaine créatif. Les deux ont été développés en trois étapes principales: 1) analyse paramétrique de 40 produits préexistants; 2) conception de Spirale du Design à la Biologie, *brainstorming*, matrice de concepts biologiques, matrice SWOT, *Business Model Canvas*, panneaux visuels, cartes mentales, esquisses; et 3) création de modèles physiques et de prototypage numérique. Ainsi, l'étude des organismes – *Hippocampus reidi*, *Phycodurus eques*, *Victoria amazonica* – et de la géométrie végétale a été réalisée. La recherche a mis en évidence des particularités partagées telles que la configuration biomorphique, les systèmes complexes et des structures modulaires résistantes. À la suite de ces procédés méthodologiques ont été obtenus: identité visuelle générative Biosense; système interactif Processing et Arduino; meubles et design d'intérieur. La pertinence d'une approche interdisciplinaire en tant que ressource d'innovation pour les designers a été discutée, notamment les contributions des modèles naturels, où les systèmes, les processus et les préférences ont été testés évolutivement.

Mots-clés: Biomimétisme. Biophilie. Design. Identité Visuelle Generative. Design Graphique.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Dispositivo de Leonardo da Vinci inspirado em asas de animais voadores	18
FIGURA 2 - À esquerda, detalhes do portão de entrada do Palácio de Versalhes.	18
À direita, estamparia de cama da Rainha Maria Antonieta	
FIGURA 3a - Estampa botânica no estilo Arts and Crafts	19
FIGURA 3b - Estrutura do Palácio de Cristal e imagens da folha de vitória-régia	19
FIGURA 4 - À esquerda, broche de opala por René Lalique. À direita,	20
pôster de Alfons Mucha	
FIGURA 5 - Casa Batlló de Antoni Gaudí em Barcelona	20
FIGURA 6 - À esquerda, broche de escaravelho da marca Cartier. À direita,	21
estampa de Paul Poiret para o Atelier Martine	
FIGURA 7 - À esquerda, domo geodésico de Buckminster Fuller. À direita,	22
Estádio Olímpico de Frei Otto	
FIGURA 8 - Ekroplano Leda, um navio voador, inspirado no cisne da mitologia grega	22
FIGURA 9 - Projeto de Calatrava, denominado Olho, para Cidade das Artes	23
e das Ciências na Espanha	
FIGURA 10 - Produtos de Lovegrove inspirados em formas orgânicas	23
FIGURA 11 - Identidades visuais generativas: È Bologna, MIT Media Lab,	35
Nordkyn e Casa da Música	
FIGURA 12 - Acima, à esquerda, edifício Eastgate comparado a um cupinzeiro.	37
À direita, placas <i>Solar Ivy</i> . Abaixo à esquerda, pata de lagarto Gecko.	
À direita, peça <i>The Idea of a Tree</i> .	
FIGURA 13 - Espiral do Design para Biologia	38
FIGURA 14 - Brainstorming de questionamentos-chave	42
FIGURA 15 - Matriz de organismos e estratégias naturais	43
FIGURA 16 - Esqueleto de cavalo-marinho	46
FIGURA 17 - Detalhamento de porção caudal de cavalo-marinho	47

FIGURA 18 - Dragão-marinho-folhado	47
FIGURA 19 - <i>Victoria amazonica</i> em ambiente natural e estrutura ramificada na parte inferior da folha	49
FIGURA 20 - Trecho de painel visual com exemplos de marcas generativas	51
FIGURA 21 - Exemplos de marcas inspiradas na natureza	52
FIGURA 22 - Alternativas figurativas	54
FIGURA 23 - Alternativas vetoriais com variações para o sistema generativo	55
FIGURA 24 - Alternativas realizadas em <i>Processing</i> , utilizando expressões matemáticas	56
FIGURA 25 - Aprimoramento de alternativas. Na linha inferior, encontra-se a versão selecionada para constituir a identidade visual generativa	57
FIGURA 26 - Assinatura institucional Biosense	59
FIGURA 27 - Assinatura secundária Biosense	60
FIGURA 28 - Variações do símbolo generativo	60
FIGURA 29 - Símbolo em versão negativa (superior) e positiva (inferior)	61
FIGURA 30 - Logotipo Biosense e Tipografia Institucional Montserrat Alternates <i>light</i>	62
FIGURA 31 - Tipografias auxiliares Biosense	62
FIGURA 32 - Paleta de cores institucionais	63
FIGURA 33 - Paleta de cores auxiliares	63
FIGURA 34 - À esquerda, proporções da marca. À direita, área de respiro	64
FIGURA 35 - Limites de redução para aplicações impressas e <i>web</i>	65
FIGURA 36 - À esquerda, escala de cinza. À direita, versão monocromática	66
FIGURA 37 - Aplicação da marca colorida sobre fotografia	66
FIGURA 38 - Marca monocromática e percentuais de cinza para fundos	67
FIGURA 39 - Marca monocromática sobre fundos coloridos	67
FIGURA 40 - Assinatura monocromática sobre fundos monocromáticos	68
FIGURA 41 - Marca aplicada sobre elemento auxiliar	68
FIGURA 42 - Usos incorretos da marca Biosense	69
FIGURA 43 - Grafemas Biosense	70

FIGURA 44 - Cartões de visita com variações cromáticas	71
FIGURA 45 - Papel timbrado na versão Viridian	71
FIGURA 46 - Pastas Biosense	72
FIGURA 47 - À esquerda, componentes Arduino. À direita, prototipagem com <i>hardware</i> e sensores de presença, som, luz, temperatura e umidade sobre <i>protoboard</i>	74
FIGURA 48 - Prototipagem em Arduino	74
FIGURA 49 - Sistema de sensores sonoros, luminosos e de presença	75
FIGURA 50 - IDE <i>Processing</i> ilustrativo dos resultados obtidos para a marca Biosense	76
FIGURA 51 - Versão final do sistema Biosense	76
FIGURA 52 - Objetivos para Projeto de Produto	78
FIGURA 53 - Painel visual de produtos inspirados na natureza	79
FIGURA 54 - Pesquisa de referências em biofilia	79
FIGURA 55 - Estudo de organismos e estratégias naturais em projeto de mobiliário	81
FIGURA 56 - Suportes para assento <i>Phycodurus eques</i>	81
FIGURA 57 - Módulos luminosos e superfícies de apoio <i>Phycodurus eques</i>	82
FIGURA 58 - Suporte para assento modular, mesa lateral e superfície para solos	82
FIGURA 59 - Módulos de cavalo-marinho para armazenamento e suporte	82
FIGURA 60 - Módulos empilháveis de cavalo-marinho	83
FIGURA 61 - Módulos <i>Phycodurus eques</i>	83
FIGURA 62 - Módulos <i>Victoria amazonica</i>	84
FIGURA 63 - Testes de encaixe e modularidade, cavalo-marinho e vitória-régia	84
FIGURA 64 - Modelo de suporte inspirado nos apêndices de <i>Phycodurus eques</i>	85
FIGURA 65 - Geração de alternativas digitais	86
FIGURA 66 - Peça de mobiliário inspirada em cavalos marinhos	86
FIGURA 67 - Luminária inspirada em dragões-marinhos-folhados	87
FIGURA 68 - Suportes de superfícies	88
FIGURA 69 - União de dois módulos para assento provenientes da vitória-régia	88

FIGURA 70 - Peças da linha Hippocampus	90
FIGURA 71 - Dimensionamento geral linha Hippocampus (mesa, módulo e estantes)	90
FIGURA 72 - Luminária de garra Draconis	91
FIGURA 73 - Suporte de superfícies Draconis	92
FIGURA 74 - Dimensionamento linha Draconis (mesa, cadeira e luminária)	92
FIGURA 75 - Módulo em versão média linha Régia	93
FIGURA 76 - Assento Modular linha Régia	94
FIGURA 77 - Módulos Régia aplicados como divisórias de ambiente	94
FIGURA 78 - Dimensionamento linha Régia (mesa, cadeiras modulares e <i>decks</i>)	95
FIGURA 79 - Miniaturas linha Draconis e Linha Régia	95
FIGURA 80 - Miniaturas Linha Régia	96
FIGURA 81 - Composição de ambiente Biosense 1	97
FIGURA 82 - Composição de ambiente Biosense 2	97
FIGURA 83 - Composição de ambiente Biosense 3	97
FIGURA 84 - Disposição de mobiliário Biosense em ambiente tridimensional	98
FIGURA 85 - Disposição de mobiliário e elementos decorativos Biosense	98

Lista de Gráficos

GRÁFICO 1 - Análise paramétrica do produto <i>Solar Ivy</i> , segundo critérios gerais	40
GRÁFICO 2 - Distribuição de 40 produtos de acordo com os critérios gerais	41
GRÁFICO 3 - Análise de 40 produtos por áreas de uso e critérios gerais	42

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
2.	REFERENCIAIS TEÓRICOS-CONCEITUAIS	17
2.1	A NATUREZA E OS PROCESSOS CRIATIVOS	17
2.2	BIOMIMÉTICA	24
2.3	BIOFILIA	27
2.4	DESIGN GENERATIVO	31
3.	MÉTODO	36
3.1	PRIMEIRA ETAPA	36
3.2	SEGUNDA ETAPA	38
3.3	TERCEIRA ETAPA	39
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1	ANÁLISE PARAMÉTRICA	40
4.2	BRAINSTORMING, MATRIZES DE ORGANISMOS E ESTRATÉGIAS NATURAIS	42
4.3	MATRIZ SWOT	44
4.4	BUSINESS MODEL CANVAS	45
4.5	ORGANISMOS E ELEMENTOS NATURAIS SELECIONADOS	45
4.5.1	Cavalo-marinho	45
4.5.2	Dragão-marinho-folhado	47
4.5.3	Geometria vegetal	48
4.5.4	<i>Victoria amazonica</i>	49
4.6	PROGRAMAÇÃO VISUAL	51
4.6.1	Análise de similares	51
4.6.2	Princípios aplicáveis identidade visual interativa	52
4.6.3	Geração de alternativas	54
4.6.4	Geração de alternativas em Processing	55
4.6.5	<i>Naming</i>	57
4.6.6	Marca Biosense	58
4.6.7	Manual de Identidade Visual	59
4.6.7.1	Assinaturas Visuais	59
4.6.7.2	Símbolo	60
4.6.7.3	Logotipo	61
4.6.7.4	Tipografia	62
4.6.7.5	Cores institucionais	63
4.6.7.6	Proporção, área de respiro e limite de redução	64
4.6.7.7	Outras Assinaturas	65
4.6.7.8	Aplicações em fundos	66
4.6.7.9	Usos Incorretos	68
4.6.7.10	Grafemas	69
4.6.7.11	Aplicações da marca	70

4.6.7.12	Papelaria	70
4.6.7.13	Cartão de visitas	70
4.6.7.14	Papel timbrado	71
4.6.7.15	Pastas	72
4.6.7.16	Sistema de captação de estímulos ambientais generativo Biosense	72
4.6.7.17	Arduino	73
4.6.7.18	Sistema integrado	75
4.6.8	Próximos Passos	77
4.7	PROJETO DE PRODUTO	78
4.7.1	Análise de similares – objetos biomiméticos e ambientes biofílicos	78
4.7.2	Geração de alternativas	80
4.7.2.1	<i>Sketches</i>	80
4.7.2.1.1	Primeira fase	80
4.7.2.1.2	Segunda fase	81
4.7.2.1.3	Terceira fase	83
4.7.2.2	Modelos físicos	84
4.7.2.3	Modelos digitais	85
4.7.2.3.1	Primeira fase	85
4.7.2.3.2	Segunda fase	87
4.7.3	Produtos Biosense	89
4.7.3.1	Linha Hippocampus	89
4.7.3.2	Linha Draconis	91
4.7.3.3	Linha Régia	93
4.7.4	Miniaturas de mobiliário	95
4.7.5	Ambiente	96
4.7.6	Modelo de ambiente tridimensional digital	98
4.7.7	Próximos passos	99
5.	CONCLUSÃO	100
	REFERÊNCIAS	101
	APÊNDICE 1	108
	APÊNDICE 2	109
	APÊNDICE 3	110
	ANEXO 1	111
	ANEXO 2	112

1. INTRODUÇÃO

Por ser uma área intrinsecamente criativa, a atuação em Design requer que seus profissionais estejam em constante busca por inovações de caráter sensorial ou tecnológico.

Em métodos projetuais, um procedimento bastante difundido consiste em explorar produções humanas durante as etapas do processo criativo para aprimorar estruturalmente uma proposta – ou para encontrar estratégias distintas daquelas previamente existentes – incluindo-a de maneira congruente em um contexto e associando-a a um público-alvo (BENYUS, 2002; FOURNIER, 2011).

Nesse cenário, é importante ponderar que existem numerosas possibilidades a serem perscrutadas, as quais podem parecer, à primeira vista, muito distantes do cotidiano da maioria dos projetistas: o meio natural.

Vale realçar que a natureza dispôs de bilhões de anos para refinar seus integrantes em formas mais eficientes e adaptadas para a sobrevivência dos indivíduos e das espécies. Com isso, algumas perduraram e outras ficaram registradas em vestígios fossilizados (THIÉRY; BRETON, 2017).

Assim, uma multiplicidade de organismos, constituintes da Esfera Biótica¹ do planeta, possuem configurações e estratégias instaladas evolutivamente, as quais podem revelar soluções para diversos problemas persistentes ou emergentes nas diversas esferas de atividades humanas, como por exemplo: Design, Arquitetura, Engenharia, Administração e Medicina (ANTONIOLI, 2017).

Mas, no decorrer dos últimos séculos, a espécie humana vem alterando radicalmente sua relação com a natureza. De uma interação de pertencimento, fortemente dependente dos ciclos naturais – antes considerados manifestação absoluta e divina – o ser humano passou a exercer uma posição de superioridade e domínio na escala filogenética. De fato, variados benefícios têm sido obtidos ao se domesticar flora e fauna e ao se recombinar códigos genéticos

¹ Caracterizada por todos os organismos vivos: microscópicos, macroscópicos, vegetais ou animais. Em oposição ao conceito de Esfera Abiótica, o qual representa elementos químicos não vivos do meio, tais como água, luz, ar e terra.

das espécies: síntese e criação de novos elementos e materiais úteis para algumas sociedades (DIAS, 2014; BROWER; MALLORY; OHLMAN, 2005).

Nesta ótica cientificista, não apenas desequilibram-se as essências dos convívios nos nichos biológicos, como também se restringem ou se aniquilam potencialidades existentes na natureza. Perdem-se referenciais significativos para o bem-estar e o bem-viver em um futuro próximo.

Em contrapartida, no que se refere às Religiões e às Artes, historicamente percebem-se outras concepções sobre o meio natural. Nessas esferas do conhecimento humano, a natureza vincula-se a experiências prazerosas e de harmonização pessoal. Contatos com outros seres vivos, materiais orgânicos e vivências de variações cíclicas (por exemplo: aeração e luminosidade) contribuem para a restauração dos estados físicos e psicológicos dos indivíduos. Tal afirmação sustenta-se na hipótese de que o cérebro humano evoluiu em um meio natural, e somente recentemente, tem sido exposto a ambientes ‘artificiais’ excessivamente tecnológicos (BENYUS, 2002; GRIFFIN, 2004; BROWNING et al., 2012).

Em perspectiva semelhante, convergem os debates impulsionados pelos movimentos de preservação ambiental, as preocupações com as gerações futuras e a adoção de práticas voltadas para eficiência no uso de recursos, redução do consumo, *upcycling* e produção sob demanda. Trata-se de um processo de redescoberta da natureza como força motriz da arte e da técnica, que age historicamente desde o século XIX, e que, no século XX e XXI, transformou-se em Biomimética, área de enfoque dos projetos ora apresentados para titulação como designer pela Universidade de Brasília (DIAS, 2014).

Ou seja, diante desses pressupostos, é importante reconhecer que o contato direto com a natureza desencadeia reações humanas favoráveis e, no campo do Design, saber explorar tais recursos torna-se uma competência relevante para seus profissionais.

Isto posto, é preciso reunir noções básicas visando direcionar as observações e as pesquisas para além da produção de materiais. É indispensável notar os eventos recorrentes e compreender as interrelações entre os participantes de um determinado contexto, extraindo-se princípios que serão integrados em um projeto destinado à sociedade.

Então, os trabalhos aqui reunidos propõem que a natureza seja admitida como uma diretriz em projetos criativos. Presume-se que conhecimentos sobre organismos, suas interrelações e seu habitat forneçam reflexões e apontem respostas para dilemas relacionados ao papel do ser humano como participante e agente modificador do meio natural.

Em síntese, são necessários mais estudos sobre a integração da esfera biológica na atividade criativa. Sendo assim, para o projeto de Programação Visual, elegeu-se como objetivo geral elaborar uma marca generativa que represente produtos e serviços de design de interiores, os quais dialoguem com as variações luminosas, térmicas, sonoras e de presença do local. Já em Projeto de Produto, o objetivo geral foi a produção de mobiliário que possibilite múltiplas combinações, adaptáveis às necessidades dos usuários, configurando ambientes. Ambos os projetos, foram norteados pelos princípios derivados da Biomimética e da Biofilia, substratos teórico-conceituais que serão expostos a seguir.

2. REFERENCIAIS TEÓRICOS-CONCEITUAIS

A fundamentação teórica-conceitual permeia áreas do conhecimento que reúnem noções provenientes da Biologia, Design e Programação, apontando sua inserção em atividades criativas.

2.1 A NATUREZA E OS PROCESSOS CRIATIVOS

Remontam à Pré-História, os primeiros indícios da relação do ser humano com a natureza. Datam dessa época, representações inscritas em cavernas localizadas em diferentes regiões do planeta. Com o decorrer do tempo, essa interação básica da humanidade com o meio natural tornou-se mais complexa e plural, constatando-se inclusive manifestações de caráter místico e religioso nos costumes, produções artísticas e arquitetônicas das civilizações antigas egípcia, grega e romana (DIAS, 2014; SUGÁR; LECZOVICS; HORKAI, 2017).

Platão foi um exemplo deste fascínio milenar pela natureza. Segundo Dias (2014), durante o período helênico, este filósofo e matemático descobriu configurações geométricas presentes no meio natural e desvelou a ideia de que componentes menores e simples são comuns a diversos seres vivos.

No período medieval, entendia-se que representações artísticas da natureza aproximavam o homem de deus na medida em que eram exaltações das obras divinas.

No Renascimento, alguns estudiosos dedicaram-se à análise da mecânica de organismos que possuísem configurações estruturais significativas para projetos. A figura 1 mostra um dos rememoráveis protótipos de veículos voadores, criados por Leonardo da Vinci (ELDIN; ABDON; ELGAWAD, 2016).



Figura 1 - Dispositivo de Leonardo da Vinci inspirado em asas de animais voadores.
Fonte: <http://www.flyingmachines.org/davi.html> (2018).

O Barroco e o Rococó foram períodos caracterizados pelas ricas e intrincadas ornamentações inspiradas principalmente em motivos botânicos. Movimento, tensão e exuberância eram expressões sensoriais dramáticas (figura 2). De um lado, inflavam-se as conquistas científicas da época e, de outro lado, experienciavam-se atormentantes sentimentos de insignificância diante da grandiosidade do universo natural (ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA, 2016).



Figura 2 - À esquerda, detalhes do portão de entrada do Palácio de Versalhes. À direita, estamparia de cama da Rainha Maria Antonieta. Fontes: <http://keepcalmandwander.com>;
<http://lehameaudemarieantoinette.blogspot.com> (2018).

Na Revolução Industrial, cabe destacar o movimento *Arts and Crafts* que repudiava processos artificiais, privilegiava padrões orgânicos artesanais (figura 3a) e defendia a produção de tintas compostas por pigmentos vegetais. Em razão dessas concepções, os projetistas da

época tinham de adquirir familiaridade com os princípios elementares da natureza (DKPUBLISHING, 2015).

É interessante acrescentar que, na era vitoriana, a construção do Palácio de Cristal igualmente exemplifica a influência de conhecimentos sobre o meio natural em projetos. Desenhado pelo especialista em estufas Joseph Paxton, para a Exposição Mundial de 1851, o pavilhão teve como base as vitórias-régias que seriam instaladas naquele espaço. As ramificações intrincadas e resistentes dessa planta foram o ponto de partida para a criação das estruturas em ferro que deveriam sustentar as delicadas placas vítreas da edificação (figura 3b).

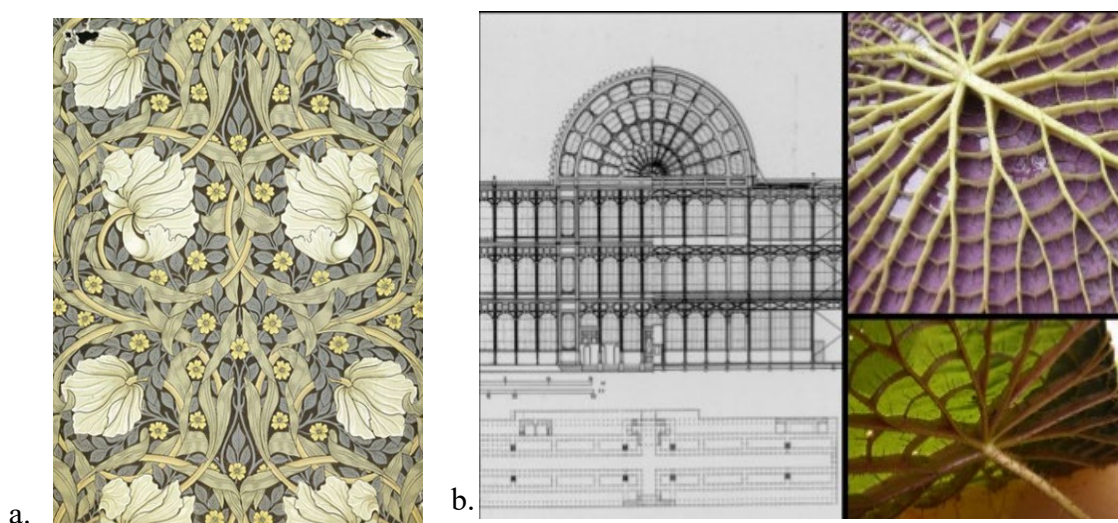


Figura 3a - Estampa botânica no estilo *Arts and Crafts*.

Fonte: <https://patternobserver.com/2014/11/25/history-surface-design-william-morris/> (2014).

Figura 3b - Estrutura do Palácio de Cristal e imagens da folha de vitória-régia.

Fonte: <https://www.slideshare.net/hellofosta/industrial-inheritance> (2010).

Especialmente, o Esteticismo, iniciado por volta de 1870, primava pelo conceito de “arte pela arte”, em oposição ao cenário industrial vitoriano. Este movimento explorava recursos decorativos da flora e da fauna. Nesse mesmo período, o japonismo difundiu paisagens, consideradas exóticas, com elementos naturais visualmente expressivos, tais como: troncos, pássaros, folhas de bambu e flores de cerejeiras.

Quanto ao *Art Nouveau*, vale lembrar o predomínio de formas fluidas de insetos, plantas e animais, ricamente detalhadas. A beleza diáfana da natureza era retratada nos mais diversos produtos, dentre eles: mobiliário, joalheria, porcelanas, objetos decorativos em vidro e

artes gráficas (figura 4). Esses motivos orgânicos foram primorosamente interpretados por Louis Majorelle, René Lalique, Alphonse Mucha, Henry Van de Velde, Louis Comfort Tiffany e os irmãos Daum (DKPUBLISHING, 2015; ÖZDEMİR; SELCUK, 2016).



Figura 4 - À esquerda, broche de opala por René Lalique, 1904. À direita, pôster de Alfons Mucha.
Fontes: rlalique.com; fr.wikipedia.org

Artista de notoriedade deste movimento *Art Nouveau*, Gaudí desenvolveu um estilo singular em que se mesclavam elementos biomórficos e composições fantasiosas (figura 5). Em sua obra, as referências naturais compensavam os materiais maciços usados nas construções (SUGÁR; LECZOVICS; HORKAI, 2017).



Figura 5 - Casa Battló de Antoni Gaudí em Barcelona. Fonte: <https://whc.unesco.org/en/list/320>

Na fase *Art Déco*, as estilizações difundiram-se e, nas representações naturais, isto se manifestou principalmente pela geometrização e preferência por colorações impactantes (figura 6). Essas tendências foram notáveis no ramo da joalheria, em que Cartier, Coco Chanel e Van Cleef & Arpels propuseram criações envolvendo o uso de esmaltes e formas relacionadas à cultura egípcia. É interessante lembrar que, em 1922, o descobrimento da tumba de Tutancâmon desencadeou a chamada “egiptomania” em determinados segmentos sociais ocidentais. Naquela mesma época, a indústria têxtil passou a produzir tecidos com motivos naturais estilizados, em cores vivas e geométricas, a exemplo das estampas editadas pelo Atelier Martine (DKPUBLISHING, 2015).

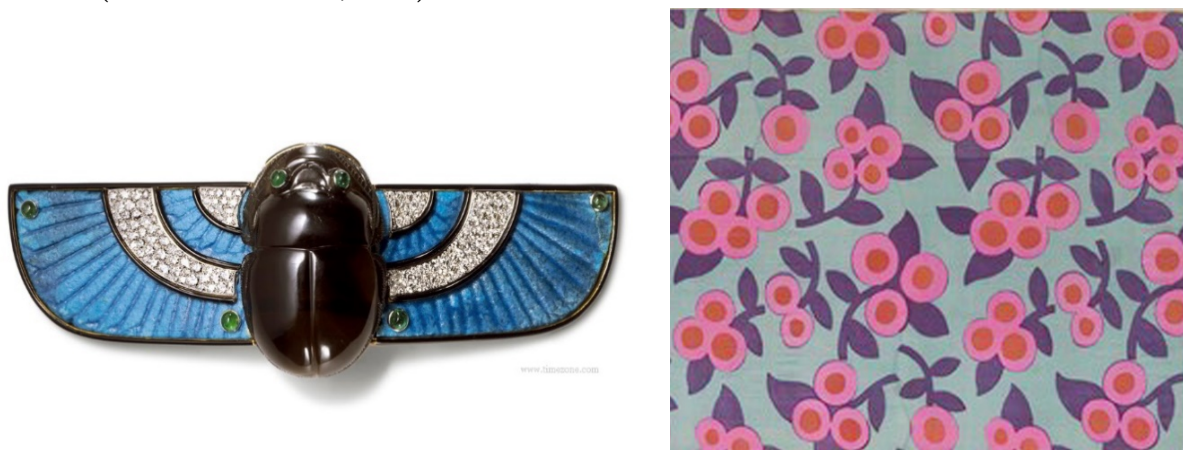


Figura 6 - À esquerda, broche de escaravelho da marca Cartier. À direita, estampa de Paul Poiret para o Atelier Martine. Fontes: <http://forums.timezone.com>; <http://historicallymodernquilts.blogspot.com>

De fato, a Bauhaus foi um marco no ensino e prática de Design. Conhecida, sobretudo, pelo seu caráter fortemente expressionista, geométrico e experimental, esta ‘escola’ também integrou a natureza em seus ensinamentos, pois incentivava sua observação como parte da compreensão da existência humana (DIAS, 2014).

Após a Segunda Guerra Mundial, Buckminster Fuller e Frei Otto (VERSCHLEISSER, 2008) disseminaram soluções arquitetônicas alicerçadas em fatores bióticos e abióticos (radiolárias, bolhas e geometrias naturais), apoiando-se no conceito de sinergia entre sistemas de diversos níveis (figura 7).

Otto estudou membranas e estruturas tensionadas (exemplo: teias), e, o Complexo Olímpico de Munique, construído para os Jogos de 1972, é uma expressão emblemática desta

inspiração no meio natural (DIAS, 2014). Para o arquiteto, os objetos naturais são construções, pois possuem forma definida e agrupam-se ordenadamente a partir de processos de autoformação (OTTO apud SCHANZ, 1995).



Figura 7 - À esquerda, domo geodésico de Buckminster Fuller. À direita, Estádio Olímpico de Frei Otto.
Fontes: <http://www.spatialagency.net/database/buckminster.fuller>; www.plataformaarquitectura.cl

Visto o escopo dos presentes projetos de Programação Visual e de Produção de Produto, é cabível mencionar outros criadores contemporâneos das áreas de Design e Arquitetura: Luigi Colani, Santiago Calatrava e Ross Lovegrove. Luigi Colani, designer de renome da indústria automobilística, declara ter por princípio-guia o Biodesign, de ampla aplicação em trabalhos com curvaturas (figura 8).



Figura 8 - Ekroplano Leda, um navio voador, inspirado no cisne da mitologia grega.
Fonte: <http://www.revistacliche.com.br> (2013).

Santiago Calatrava (ÖZDEMİR; SELCUK, 2016) produz estruturas arquitetônicas que aticam a curiosidade por seu caráter biomórfico inspirado em sistemas internos de mamíferos (figura 9). Seus projetos possuem formas ondulares, centradas no crescimento e movimentação naturais. As construções materializam abstraem visualmente a ação das forças estruturais sobre os corpos estudados (IMANI, 2017).



Figura 9 - Projeto de Calatrava, denominado Olho, para Cidade das Artes e das Ciências na Espanha. Fonte: cultureofdesign.wordpress.com, www.flickr.com

Por fim, chama-se a atenção para os trabalhos de Ross Lovegrove, nos quais se percebem elementos bioinspirados e biomiméticos (figura 10). Lovegrove exercita sua criatividade por meio de um “essencialismo orgânico” em que se utiliza somente o necessário. Para ele, o cerne de seu processo projetual é chamado de ‘DNA’. Ou seja, a união entre Design, Natureza e Arte (DIAS, 2014).



Figura 10 - Produtos de Lovegrove inspirados em formas orgânicas.
Fontes: <http://www.rosslovegrove.com>; <http://www.bonluxat.com> e www.architonic.com

A partir dos estudos e apontamentos de pesquisadores de destaque, tais como Janine Benyus (2002) e Dayna Baumeister (2014), é possível explorar mais os recursos e estratégias em atividades criativas, a partir das metodologias Biomiméticas e Biofilicas, inserindo projetos de Design em contextos e ciclos naturais, incorporando noções de sustentabilidade e preservação ambiental, tão urgentes no cenário atual.

2.2 BIOMIMÉTICA

Em Biomimética (*biomimicry*), observam-se a flora, a fauna e os ecossistemas com o propósito de oferecer soluções para necessidades e desafios persistentes e emergentes nas diversas esferas da atividade humana. O termo – cunhado em 1997 por Janine Benyus – sugere que os desfechos implementados pela natureza revelam respostas para problemas de função ou de desempenho no campo do Design, possibilitando escolhas mais ajustadas às metas de um projeto. Ou seja, este campo do conhecimento busca inspiração em formas, especificidades, interrelações e comportamentos de organismos vivos para propor inovações, por exemplo, de ambientes, objetos, obras gráficas e eletrônicas em um cenário de produção (ARRUDA, 2010; ROSSIN, 2010).

Considera-se que, após bilhões de anos, o processo evolutivo dos organismos no sistema natural instaurou estruturas e funções mais apropriadas para cada contexto, inclusive do ponto de vista da sustentabilidade, pois os recursos ambientais tendem a ser utilizados do modo mais equilibrado possível ao longo do ciclo da vida. Baseados nessas premissas, estudiosos da Biomimética defendem tal perspectiva, mas alertam que este mimetismo não deve se limitar à reprodução da forma exibida no meio natural. Ele deve se estender de maneira a examinar o processo e o ecossistema (BENYUS, 2002).

Segundo Arruda (2010), Benyus (2002) e Todd, o Design biomimético é baseado no funcionamento e organização de processos e fenômenos da natureza, ou seja, deve considerar os seguintes aspectos:

- Funcionar por meio da luz solar.
- Usar apenas a energia necessária.
- Adequar forma à função.
- Reciclar componentes.
- Recompensar cooperação.
- Enfocar a diversidade.
- Demandar expertise local.
- Lidar com os excessos em escalas de complexidade crescente.
- Explorar limites.

Nesse sentido, julga-se que o ato criativo deve estabelecer, inicialmente, uma relação ‘intrínseca’ com um organismo vivo e, em sua etapa conclusiva, é preciso efetivar a transferência dos conhecimentos obtidos para a situação do projeto. Evidentemente, não se trata de uma transferência literal de formas e mecanismos para o objeto construído. Na realidade, almejam-se analogias (VOLSTAD; BOKS, 2008).

Três abordagens caracterizam a integração da Biomimética no processo criativo: a) evidência da forma - modo em que as configurações do produto emergem de características físico-biológicas; b) aproximação processual - o recurso emulado em Design é embasado na análise e transformação de processos e comportamentos orgânicos; e c) ênfase sistêmica - considera a atividade de projeto a partir do estudo de interrelações entre organismos e seu ecossistema (ANTONIOLI, 2017; BAUMEISTER; TOCKE; RITTER; DWYER, 2014).

A Matriz de Princípios da Vida (BAUMEISTER; TOCKE; RITTER; DWYER, 2014), reproduzida no Anexo 1, consiste em uma ferramenta significativa para incorporação de recursos naturais em projetos. Fornece padrões abstraídos de estratégias de sucesso de organismos para guiar as decisões ao longo da produção de Design. Através de objetivos tangíveis, avaliam-se as criações quanto à meta principal de reintegração do ser humano ao meio natural.

Neste quadro, considera-se a natureza como modelo, medida e mentora dos processos criativos a partir da divisão em seis categorias, definidas a seguir:

- a) Evoluir para sobreviver - considera a incorporação contínua de informações para favorecer a sobrevivência, replicando estratégias bem-sucedidas, integrando fatores inesperados e reposicionando informações para criar novos elementos.
- b) Adaptar-se às condições de mudança - responder apropriadamente aos contextos dinâmicos, incorporando a diversidade (de formas, processos e sistemas), mantendo a resiliência com recursos de variação, redundância e descentralização.
- c) Estar em sintonia com o local e ser responsivo - adequar-se ao ambiente utilizando processos cíclicos, materiais disponíveis, ciclos de *feedback* e relações cooperativas.
- d) Usar química ecológica - decompor produtos constituídos com um pequeno subconjunto de elementos em constituintes benignos, por meio de química atóxica.
- e) Ser eficiente na escolha de recursos - utilizar processos de baixo consumo energético, peças multifuncionais recicladas que adequem forma à função.
- f) Integrar desenvolvimento e crescimento - organizar intuitivamente os elementos modulares de acordo com complexidade crescente.

Dois percursos metodológicos são indicados para a prática de projetos criativos biomiméticos (Anexo 2): a Espiral do Design para Biologia (ou ferramenta *top-down*) e a Espiral da Biologia para o Design (perspectiva *bottom-up*) (BAUMEISTER; TOCKE; RITTER; DWYER, 2014).

A primeira abordagem considera o desenvolvimento de um *briefing* de Design, em que são definidos os problemas a serem solucionados. Depois, parte-se para a identificação das funções pretendidas. Integra-se a Matriz dos Princípios da Vida nas considerações de projeto para buscar formas, estratégias e fenômenos naturais que proporcionem soluções. Após a pesquisa, abstraem-se as estratégias por meio de *brainstorming*, e, suas particularidades são transformadas em enumeração de funções de Design para construir os projetos pretendidos. Na etapa de produção, são emuladas e integradas características do elemento natural

selecionado. Na etapa seguinte, mensuram-se os resultados por meio de uma nova aplicação da Matriz, de modo a aprimorar o projeto.

A ferramenta da Biologia para o Design propõe um processo criativo similar, porém iniciado pela pesquisa livre de elementos naturais que, posteriormente, podem tornar-se projetos de Design (DE PAUW; KANDACHAR; KARANA, 2012; EILOUTI, 2012; VERSOS, COELHO, 2011).

Em síntese, a Biomimética consiste em um recurso de inovação em Design, visto que possibilita um enfoque interdisciplinar potencializador da reaproximação do ser humano com a natureza.

2.3 BIOFILIA

É relevante delimitar a noção de Biofilia (*biophilia*) que, segundo Wilson (1984 apud GRIFFIN, 2004), refere-se ao vínculo emocional de ordem inata entre ser humano e meio natural, que conduz a respostas agradáveis em termos de desempenho, saúde e afetos.

Segundo Arianne et al. (2013), o contato com elementos naturais estimula, consciente ou inconscientemente, a adoção de estilo de vida desacelerado, fazendo com que indivíduos optem por recompensas de qualidade, intercaladas ao longo do tempo, em contraste com gratificações menores, em maior quantidade e mais rapidamente recebidas. Tal observação é fundamental ao se almejar hábitos saudáveis, comportamentos de interação social e conservação de recursos.

A abordagem dominante para Design e construções modernas tende a abordar a natureza como um obstáculo trivial a ser controlado e superado. Esse é um grande empecilho para a experiência profunda da natureza principalmente ao considerar que o novo "habitat" dos seres humanos é o ambiente interno projetado, construído em larga escala, distante em termos funcionais e materiais das características locais.

Em tal cenário, prevalecem comportamentos de competição natural por posição social, bens materiais e parceiros, o que, por sua vez, difunde estilos de vida centrados na rapidez e quantidade de recompensas de curta duração.

O desafio do Design biofílico é abordar essas deficiências, estabelecendo uma nova possibilidade para a experiência satisfatória da natureza em locais construídos (BROWNING et al., 2012; FINNEGAN, 2011; KEELER; BURKE, 2010; KELLERT, 2008).

As configurações neurais do ser humano compõem dois sistemas principais: o sistema simpático e o parassimpático. O primeiro encarrega-se dos estímulos relativos às ações conscientes. O segundo relaxa o corpo e encarrega-se de funções involuntárias. Em equilíbrio, o corpo entra em homeostase. Já em situações desconcertantes, fica em estado de alerta, suprimindo o sistema parassimpático, fato que interfere no equilíbrio corporal, resultando em estresse, fadiga, perda de foco e irritabilidade (BROWNING et al., 2012).

Em contato com a natureza, o sistema parassimpático é estimulado, resultando em melhoras nas funções corpóreas. Reduzem-se as taxas de estresse e irritabilidade, e aumenta-se a capacidade de concentração, produtividade e disposição, proporcionando-se sensações restauradoras (DAY, 2004).

Compete salientar, igualmente, as contribuições de Judith Heerwagen e Gordon Orians (1993 apud GRIFFIN, 2004), uma vez que os autores defendem a Hipótese Biofílica, que pressupõe a preferência por características da savana Africana, continente de origem da espécie humana. Nela, a existência de sinais de habitabilidade; disponibilidade de recursos; proteção contra intempéries e predadores; possibilidade de identificação de sinais de perigo; liberdade de movimentação e *wayfinding* são características favoráveis à sobrevivência, e são consideradas, consciente ou inconscientemente como sinais de beleza², conforto e boa disposição.

² É importante ressaltar que nem todos os componentes do meio natural podem ser relacionados diretamente à percepção de beleza e bem-estar. A Biofobia traduz esse conceito, pois trata das respostas inatas de rejeição a certos elementos naturais como, por exemplo, serpentes, aracnídeos e baratas, que possibilitam ao indivíduo evitar o contato com substâncias venenosas e cenários de insalubridade, características prejudiciais para sua sobrevivência (ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA, 2016).

Tais saberes conectam-se às necessidades humanas ancestrais e convergem com percepções de conforto e bem-viver na atualidade, relacionando a Biofilia ao conceito de *affordances*, por ambos tratarem-se de oportunidades de uso de objetos e ambientes de ordem intuitiva ou baseadas em experiências anteriores. (GIBSON, 1986; HEERWAGEN; HASE, 2001; KELLERT, 2008). O Design Biofílico possui 14 princípios regentes, subdivididos em três categorias gerais:

a) A Natureza no Espaço

Aborda a presença direta, física e efêmera da natureza em um espaço, incluindo a vegetação, animais, fluxos sonoros, olfativos, de água e ar. Predominam a diversidade, o movimento e as interações multissensoriais.

- Conexão visual com a natureza - observação direta de sistemas e processos bióticos.
- Conexão não visual com a natureza - auditiva, tátil, olfativa ou gustativa.
- Estímulos sensoriais não rítmicos - variações estocásticas naturais.
- Variabilidade térmica e de fluxo de ar - alterações sutis na temperatura, fluxo de aéreo e umidade relativa.
- Presença de água - aprimora a experiência de um local através da visão, interação física e som de fluxos aquáticos; ioniza o ar, permitindo uma maior sensação de frescor.
- Luz dinâmica e difusa - variabilidade dos espectros luminosos ao decorrer do dia.
- Conexão com sistemas naturais - consciência dos processos de mudanças sazonais e temporais (dia e noite) e demais características de ecossistemas.

b) Análogos Naturais

Constituem as evocações orgânicas, não vivas e indiretas da natureza. Objetos, materiais, cores, formas, sequências e padrões naturais. Como exemplo, podem ser citadas manifestações artísticas, ornamentações, mobiliário e padrões têxteis no ambiente construído.

- Formas orgânicas e padrões biomórficos - referências simbólicas a contornos, arranjos padronizados, texturizados ou numéricos que estão presentes na natureza.
- Conexão com materiais naturais - elementos orgânicos transformados por processos humanos podem criar sensações de pertencimento ao local.
- Complexidade e ordem - informação sensorial detalhada e associada à hierarquia espacial natural.

c) A Natureza do Espaço

Espaços devem apresentar uma mescla simbiótica de atividades (DAY, 2004). Seu caráter inclui o desejo inato e aprendido de poder ver para além do ambiente circundante imediato, bem como o fascínio por mistério e perigos de baixa gravidade (visões obscurecidas e momentos reveladores).

- Panorama / Perspectiva - visão sem obstáculos, ao longo de uma distância, propicia a vigilância e o planejamento.
- Refúgio - possibilita proteção do fluxo principal de atividade.
- Mistério - promessa de mais informações, obtidas através de visões obscuras ou outros dispositivos sensoriais que atraem o indivíduo a navegar mais profundamente pelo ambiente.
- Risco / Perigo - ameaça identificável associada à possibilidade de segurança.

Ressalta-se que outro aspecto de relevância biofílica é o uso de cores relacionadas a elementos naturais: tons neutros, terrosos - simbolizando o solo e as madeiras – e tons esverdeados remetendo à abundância de vegetação. O uso de cores brilhantes deve ser cuidadosamente aplicado, como ocorre nas formas naturais que instigam percepções favoráveis como flores, pôr do sol, arco-íris e certas plantas e animais.

É possível salientar que o Design Biofílico de sucesso se baseia nas seguintes perspectivas: criar espaços inspiradores para a restauração do corpo e da mente, que estejam integrados às especificidades e ecossistemas urbanos e naturais do local de sua construção.

Em outras palavras, incorporar as dimensões, anteriormente citadas, na concepção de Design não é um recurso trivial, mas sim um investimento em saúde e produtividade, que também pode favorecer a coletividade (BROWNING et al., 2012).

Acima de tudo, deve-se estimular o amor ao espaço, envolvendo experiências multissensoriais de padrões biomórficos, incorporando os elementos vivos do meio e proporcionando oportunidades para conectar-se com a beleza do local (PAPANEEK, 1995).

2.4 DESIGN GENERATIVO

Segundo Perotto (2007, 2014), as marcas contemporâneas expressam uma complexa estrutura discursiva, que envolve tanto a oferta de produtos, como o modo em que suas funcionalidades são projetadas, ambos os aspectos inseridos na área do Design, dedicada à sua elaboração e avaliação. Essas marcas são dotadas de um caráter complexo e multidimensional, adequado ao cenário da hipermodernidade, considerado por Olins (apud GUIDA, 2014) um evento do mundo social interligado à economia, ao consumo e à própria comunicação, denominado o “fenômeno pós-logo”.

A identidade tornou-se o cerne da marca contemporânea, de modo que uma representação visual se configura como elemento norteador para as ações das empresas e organizações. Por seu caráter simbólico mutável, as marcas tornam-se representações culturais dinâmicas, experiências de formas reconhecíveis, sistemas de comunicação e comportamento flexíveis, que ilustram e diferenciam serviços de modo a trazer aportes mais profundos. Elas sensibilizam e estabelecem uma relação com seu consumidor, para se destacar em meio ao grande volume de produtos e mídias circundantes.

Galanter (2003) define a Arte Generativa como a prática artística em que o criador utiliza um sistema, colocado em funcionamento a partir de um determinado grau de autonomia, para obter um determinado resultado artístico. Já Guida (2014) declara que se trata de um processo morfogênico de combinações algorítmicas – que utiliza a lógica de

programação – estruturadas em sistemas não-lineares que configuram uma infinidade de resultados únicos, assim como ocorre em meios naturais.

Tais sistemas proporcionam novas perspectivas, metodologias e conclusões filosóficas. Segundo Thomas Kuhn (1996 apud MCCORMACK, 2003; DORIN; INNOCENT; 2004), caracterizam uma mudança de paradigma, em que os designers reconsideram sua relação com o ato de projetar e manipular artefatos, ao atuar na elaboração de mecanismos inéditos interativos que propiciam a obtenção de novos artefatos com propriedades únicas.

Outra definição de sistemas generativos inclui o uso de metáforas biológicas (DORIN; MCCORMACK, 2001 apud MCCORMACK, 2003). Divide-se o processo de criação em genótipos e fenótipos, sendo o primeiro um processo autoral de definição de regras e processos de inicialização de sistemas; e o segundo, torna-se concreto após a execução das regras estabelecidas, no cenário selecionado, gerando a experiência do produto final: a obra de arte, ou de Design, digital ou palpável.

O processo Generativo está estreitamente interligado aos mecanismos naturais evolutivos e bioquímicos, tais como: sistemas caóticos, sistemas inspirados na evolução e reprodução algorítmica de organismos, sistemas auto-organizáveis, gramática generativa e crescimento algorítmico (FISCHER; HERR, 2001).

Tal processo oportuniza diversidade e inovação dadas as múltiplas combinações de seus integrantes (organismos, sistemas, comunidades) e que proporcionam alternativas valiosas para desafios de Design a partir de unidades relativamente simples. Também permite a expansão da compreensão do aspecto natural, por não imitar literalmente seus elementos, estabelecendo relações de lógica matemática em códigos específicos. Por esse motivo, é considerada uma útil ferramenta para o projetista, no mesmo sentido que a linguagem falada permite ao ser humano articular e projetar suas ideias acerca do universo.

Observa-se que os sistemas generativos tendem a ser digitais, em razão da facilidade de alteração dos parâmetros, e da eficiência na produção em larga escala de resultados. Mas, ressalta-se que eles não requerem alta tecnologia, podendo ser também analógicos, bastando que seus princípios regentes sejam mantidos.

Exemplos de primeiros sistemas generativos foram as composições de Haydn e Mozart, a partir de jogos de dados, em que o indivíduo intencionava a ação, mas não possuía o controle sobre os resultados numéricos. Tais recursos randômicos e caóticos foram traduzidos e aplicados para a obtenção de notas musicais, dispostas em uma linguagem adequada para partituras. A arte islâmica também é outro exemplo de sistema analógico, pois possui um caráter generativo em função da frequência de combinação de formas geométricas em intrincados padrões repetitivos (BODEN; EDMONDS, 2010; EDMONDS, 2003; GALANTER, 2003).

Hubert Duprat é um artista contemporâneo que também utiliza sistemas generativos não computadorizados. Seu trabalho é feito em “colaboração” com diminutas larvas, submetidas a um ambiente em que há uma grande variedade de fragmentos de materiais preciosos – pedras e metais. Como esse é o único substrato disponível, as larvas utilizam tais elementos para a construção de seus casulos, formando joias “naturalmente” (DUPRAT; BESSON, 1998 apud MCCORMACK, 2003)

Nos programas direcionados à criação de arte e Design digital generativos, existem classificações que determinam as relações hierárquicas entre os elementos. São elas: entidades, processos e ambiente.

As entidades são elementos unitários e indivisíveis conceitualmente. Sobre elas, ocorrem as alterações descritas na programação. Elas podem ser de natureza variada, isto é, real, conceitual, simulada, biológica ou mecânica.

Processos são mecanismos de mudança que ocorrem nos sistemas generativos, envolvendo entidades, com as quais interagem ou aplicam operações de transformação, em um ambiente que permite a configuração do sistema de modo geral ou de processos específicos, como a inicialização de ações, sendo elas cíclicas ou finitas.

Os sistemas generativos tomam forma em ambientes abrangentes de onde extraem dados úteis para performar ações específicas. A interação ambiental descreve os fluxos de informação entre os processos generativos e o ambiente operacional (DORIN et al., 2012). Tais eventos podem ser classificados em termos de frequência, abrangência e significância. Esta

última corresponde ao impacto resultante da informação adquirida por meio da interação com o sistema generativo.

O material obtido a partir da execução de um projeto generativo é denominado “resultado sensorial” ou simplesmente resultado. Ele pode se concretizar em diversas formas, sejam elas estáticas, animadas ou baseadas em mudanças e acréscimos de processos ao longo do tempo.

Segundo McCormack, Dorin e Innocent (2004), as seguintes características aprimoram a definição dos aspectos de sistemas generativos:

- a) Constituir complexidade: ou amplificar a base de dados, consiste na interação de componentes de um sistema generativo em que há maior complexidade comportamental ou estrutural. Tais agrupamentos podem gerar interrelações formando novos conjuntos mais sofisticados, definindo uma dinâmica hierárquica.
- b) Relação entre organismo e ambiente: organismos evoluem e adaptam-se a seu contexto e sua atuação pode acarretar uma subsequente transformação do espaço. Tais sistemas homeostáticos mantêm um intrincado diálogo intra e interespecies, originando um ecossistema dotado de múltiplos ciclos de *feedback*.
- c) Autossuficiência e autorreparo: conforme já comentado, sistemas generativos adaptam-se para manter configurações estáveis em meio a um espaço mutável. Robustez, complexidade, tolerância ao erro e redundância interna conferem a habilidade de superar eventuais adaptações que uma proposta de Design simplificada poderia não atender satisfatoriamente.
- d) Geração de novas estruturas, comportamentos, produtos ou relações: sistemas generativos exploram largas possibilidades de combinações de elementos, que se distanciam das expectativas de práticas de Design tradicionais oferecendo resultados inovadores.

Com o uso crescente de programação relacionada à área criativa, ao Design, às artes e à comunicação, surgiram “*toolboxes*”, ou geradores de logo. Esses sistemas são fruto de uma complexa linguagem de códigos elaborada por especialistas que permite aos criadores de outras áreas (que não possuem tanta familiaridade com a linguagem de programação), definir suas próprias interações de parâmetros em uma interface *user friendly* para obter resultados visuais únicos.

Exemplos desse tipo de aplicação generativa são: a identidade visual da Casa da Música, criada por Stefan Sagmeister, baseada na extração de dados de imagens; a marca da cidade de Bologna, feita com base na relação de elementos alfanuméricos, formas, cores e transparências sobrepostas; a identidade baseada em dados meteorológicos Nordkyn; e a marca do MIT Media Lab, que permite aos funcionários e laboratórios obter uma representação visual exclusiva (figura 11).

Gombrich (apud MCCORMACK, 2003) discute criticamente as tentativas de estabelecer analogias com sistemas generativos. Segundo ele, os artistas realistas aprenderam a reproduzir a natureza fielmente tal como um espelho, mas nem arte nem natureza podem ser tão facilmente reproduzidas, nem são uniformes ou frias como uma superfície vítrea. A natureza retratada artisticamente sempre reflete o pensamento de seu criador, suas predileções e emoções.



Figura 11 - Identidades visuais generativas: È Bologna, MIT Media Lab, Nordkyn e Casa da Música.

Fontes: <http://ebologna.it>; <https://design.com.br/>; <http://todayinspiresme.blogspot.com>; sagmeisterwalsh.com

No caso de sistemas generativos, é preciso uma compreensão da linguagem e da lógica específicas para se intencional um projeto que, após certas definições do designer, dá origem a uma configuração interativa – muitas vezes mais complexa e imprevisível do que o criador poderia ter alcançado em um processo tradicional – e que ainda assim preserva parte de sua intenção e personalidade.

Conclui-se que os processos generativos possuem efeitos culturais amplos, pois sua filosofia baseia-se em conceitos biológicos e matemáticos, tais como evolução, fertilização cruzada, crescimento e movimentação, que podem ser integrados nas práticas de Design digital ou físico, proporcionando novas perspectivas, inclusive de interação entre equipes criativas.

3. MÉTODO

Optou-se por um enfoque multimetodológico em razão da complexidade da proposta inicial. Sendo assim, foram executadas três etapas principais, a saber: análise paramétrica baseada na fundamentação teórica-conceitual anteriormente exposta; aplicação de ferramentas usuais na área do Design; e geração de alternativas por meio de modelos físicos para projeto de produto com recursos digitais paramétricos e generativos.

3.1 PRIMEIRA ETAPA

Foi executada uma análise paramétrica de 40 produtos inspirados em organismos e no meio natural (Apêndice 1), os quais foram classificados segundo os princípios da Biomimética (BENYUS, 2002) e da Biofilia (BROWNING; RYAN; CLANCY, 2014).

A título ilustrativo, podem ser mencionados quatro destes produtos (figura 12) repertoriados e os organismos que engendraram suas criações:

- Edifício *Eastgate* - situado em Harare, Zimbábue, foi planejado em consonância com as propriedades de ventilação e de manutenção de temperaturas internas de colônias de cupins (FOURNIER, 2011).
- Placa *Solar Ivy* - módulos de captação de raios solares, piezoelétricos e recicláveis, passíveis de aplicação em superfícies arquitetônicas, os quais foram produzidos a partir de plantas trepadeiras (BAUMEISTER; TOCKE; RITTER; DWYER, 2014).
- Fita Adesiva Gecko - teve por base as estruturas pilosas das patas das lagartixas *gecko*, que utilizam as forças de van der Waals em níveis microscópicos, o que possibilita a adesão do animal em superfícies múltiplas (THIÉRY; BRETON, 2017).
- *The Idea of a Tree* – produz filamentos rígidos que mudam de tonalidade conforme o sistema capta a luz solar, simulando o fenômeno da fotossíntese. O produto é o resultado das mudanças no ambiente externo. Pode ser aplicado em diversas configurações, como luminárias, assento e local para armazenamento de objetos (DOPRESS BOOKS, 2013).



Figura 12 - Acima, à esquerda, edifício Eastgate comparado a um cupinzeiro. À direita, placas *Solar Ivy*. Abaixo à esquerda, pata de lagarto Gecko. À direita, peça *The Idea of a Tree*.
Fontes: <https://biomimicry.org>; newatlas.com; blogs.uakron.edu/biomimicry; <http://mischertraxler.com>

3.2 SEGUNDA ETAPA

Foram adotadas oito ferramentas:

- Espiral do Design para Biologia - trata-se de uma abordagem de projeto, originária dos trabalhos de Janine Benyus (2002) e Dayna Baumeister (2014), cujas fases encontram-se explicitadas na figura 13. Vale esclarecer que este processo – em que se buscam organismos que instiguem soluções para um determinado problema – deve ser guiado pela matriz dos Princípios da Vida para se alcançar uma analogia biológica. Esta ferramenta foi utilizada para guiar as etapas dos projetos de Programação Visual e de Produto, estabelecendo-se os marcadores para acompanhamento da produção e validação dos elementos criados.

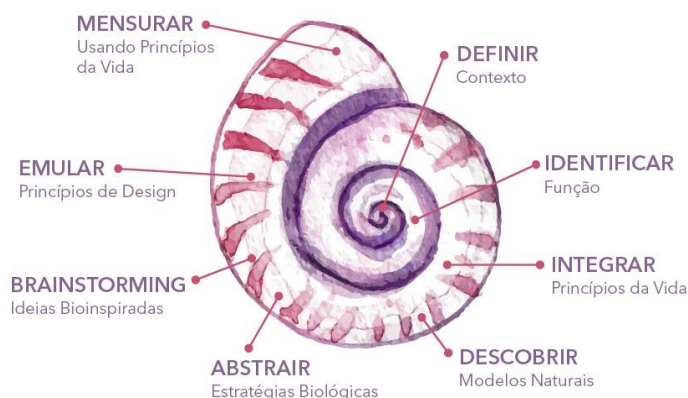


Figura 13 - Espiral do Design para Biologia. Fonte: Adaptado de Biomimicry Resource Handbook (2014)

- *Brainstorming* - desenvolvido para gerar alternativas inovadoras (VIANNA et al., 2012) e idear objetos baseados nos conceitos naturais. Foi aplicado nas seguintes fases: obtenção de elementos constituintes para a Matriz de Organismos e Estratégias Naturais, elaboração de alternativas de produtos, *naming* e identidade visual.
- Mapas Mentais - utilizados para estruturar o *brainstorming* e registrar os conceitos e vocábulos atinentes.
- Matriz de Organismos e Estratégias Naturais - elaborada especialmente para a presente pesquisa, fundamentou-se na revisão da literatura abordada na Seção 2 e em estudos

divulgados na plataforma *Ask Nature* (<https://asknature.org/>). Este recurso visou organizar conhecimentos biológicos adequados aos projetos.

- Matriz SWOT (*Strengths Weaknesses Opportunities Threats*) - recorrente em metodologias criativas (ELMANSY, 2015), esta ferramenta possibilitou uma avaliação crítica dos projetos ao identificar forças, fraquezas, oportunidades e limitações da proposta. Primeiramente, foi aplicado na estruturação da marca generativa e, posteriormente, na elaboração da linha de produtos de mobiliário.
- *Business Model Canvas* - criado por Yves Pigneur e Alex Osterwalder (STICKDORN; SCHNEIDER, 2011), teve por finalidade auxiliar o planejamento do empreendimento, ao fornecer uma visão holística e flexível que abarcou a marca, seus produtos e serviços.
- Painéis Visuais - foram construídos para evidenciar peças gráficas e produtos pré-existentes relativos à Biomimética, Biofilia e Design Generativo.
- *Sketches* - esta ferramenta de exploração visual, mediante desenhos, foi empregada para estudo de organismos e estratégias naturais, formulação de alternativas para objetos e assinaturas visuais generativas.

3.3 TERCEIRA ETAPA

Envolveu atividades destinadas à geração de alternativas. Especialmente para o projeto de Programação Visual, foram utilizados *hardware* Arduino e plataforma de linguagem em código *Processing*. No projeto de Produto, foram realizadas construções em substrato físico e prototipagens em *software* paramétrico para a modelagem digital de produtos e do ambiente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentam-se os resultados das pesquisas, análises de produtos, aplicação de ferramentas especificadas nas seções anteriormente citadas, e dos projetos realizadas em Programação Visual e de Produto.

4.1 ANÁLISE PARAMÉTRICA

Para a análise paramétrica de cada um dos 40 produtos, foram adotados quatro critérios gerais: biomimetismo, biofilia, sustentabilidade e função. Um escalonamento de zero a cinco pontos foi aplicado visando ponderar o atendimento crescente ao critério. O Gráfico 1 apresenta o resultado referente a um dos produtos estudados: a placa *Solar Ivy*.

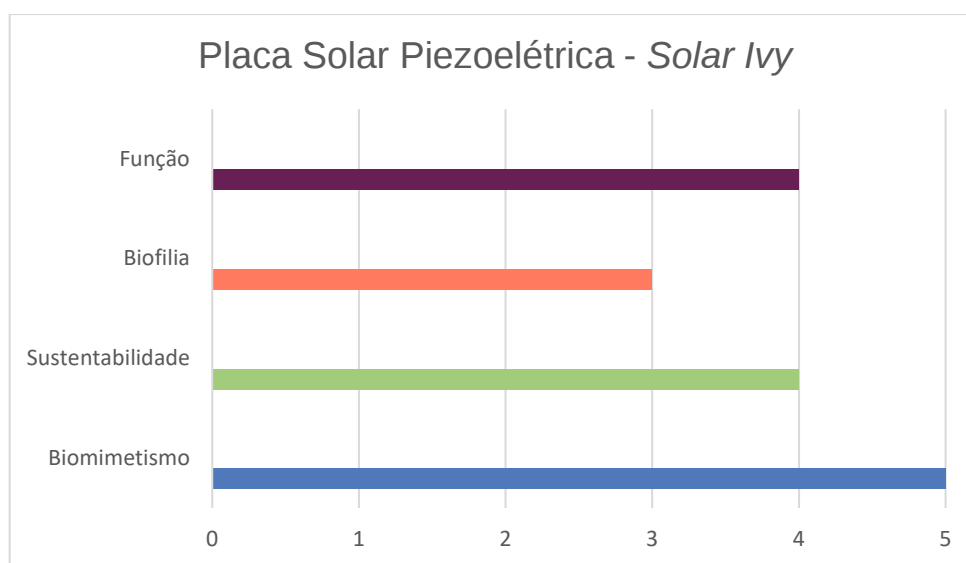


Gráfico 1 - Análise paramétrica do produto *Solar Ivy*, segundo critérios gerais. Fonte: A autora, 2018.

Ao se agrupar os 40 produtos, foram implementadas duas análises subsequentes. Para tanto, calculou-se a média aritmética dos valores alcançados por cada produto quanto à distribuição nos critérios e à prevalência em área de uso.

Observou-se predominância dos aspectos Biomimética e função, seguidos por Biofilia e sustentabilidade. É possível pressupor que a Biofilia tem sido menos explorada, em

comparação à Biomimética, pois apenas seis dos seus 14 princípios norteadores podem ser aplicados em um produto isoladamente. Os demais envolvem a interrelação dos objetos e o ambiente, assim como outros fatores – ciclos biológicos, fluxos de matéria e aeração – que são mais pertinentes em uma configuração arquitetônica (Gráfico 2).

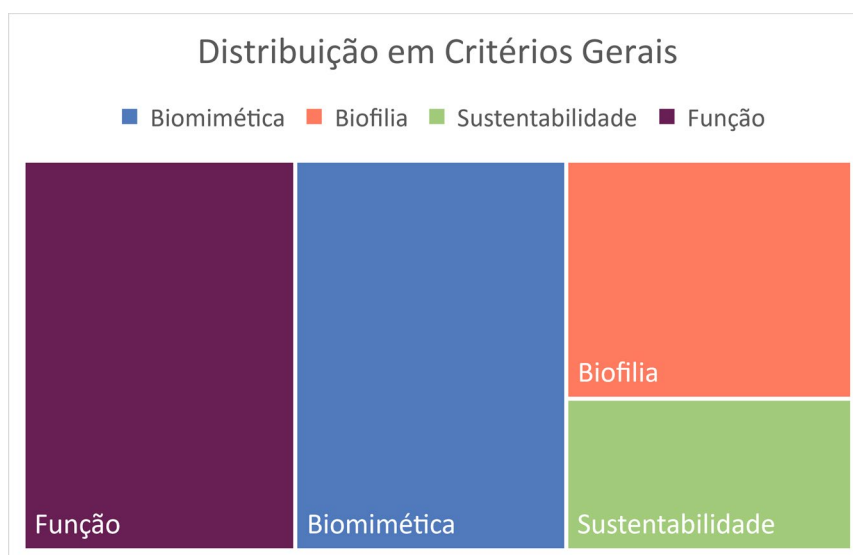


Gráfico 2 - Distribuição de 40 produtos de acordo com os critérios gerais. Fonte: A autora, 2018.

O aspecto de menor proporção, encontrado na avaliação dos 40 produtos, foi sustentabilidade. Cumpre comentar que a literatura especializada (BAUMEISTER; TOCKE; RITTER; DWYER, 2014; BENYUS, 2002; EL-ZEINY, 2012; FOURNIER, 2011; SONMEZB, 2015) enfatiza que existem muitos projetos de Design bioinspirados que não se inscrevem no biomimetismo, e, mesmo práticas propriamente biomiméticas e biofílicas não necessariamente transferem benefícios de conservação ambiental e sustentabilidade, embora demonstrem um grande potencial.

A análise por áreas de uso (Gráfico 3) reafirmou a predominância do caráter funcional e biomimético dos produtos. Averiguou-se que a Biofilia teve maior impacto em iluminação e em ambientes.

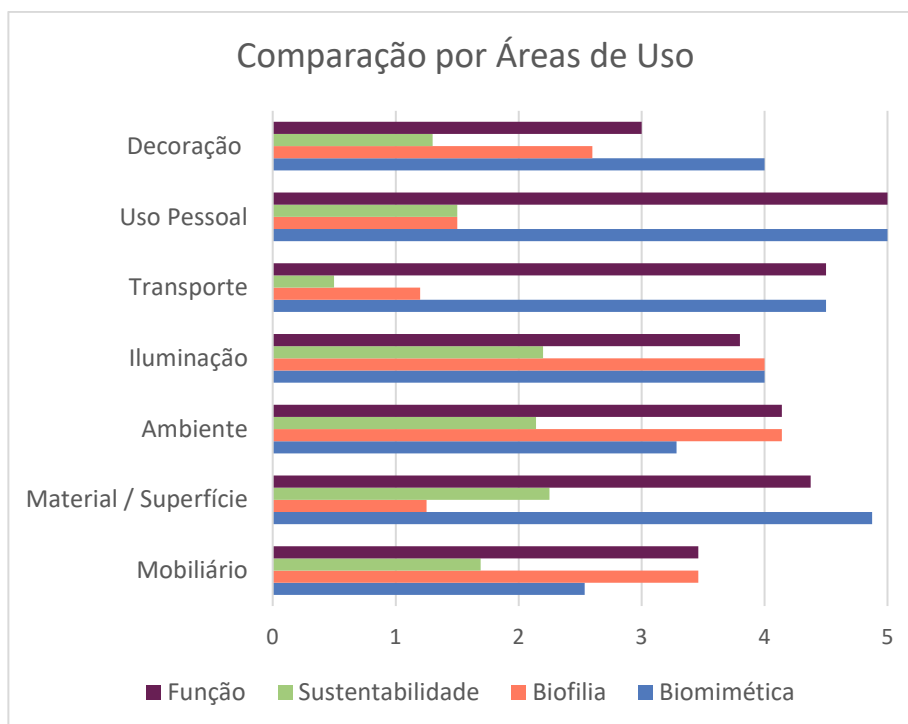


Gráfico 3 - Análise de 40 produtos por áreas de uso e critérios gerais. Fonte: A autora (2018).

4.2 BRAINSTORMING, MATRIZES DE ORGANISMOS E ESTRATÉGIAS NATURAIS

Associou-se a Espiral do Design para Biologia ao processo de *brainstorming*. A figura 14 ilustra os dados obtidos por este procedimento.



Figura 14 - *Brainstorming* de questionamentos-chave. Fonte: A autora (2018).

Tomando por apoio as ideias de Janine Benyus (2002) e Dayna Baumeister (2014), optou-se pelo questionamento: “como a natureza elabora módulos?”. Cabe relembrar que Design modular consiste na compartimentação de sistemas, que podem ser combinados para originar novas configurações visuais, formais e funcionais (MARTINS, 2002). É interessante fazer notar que tal percepção converge com os Princípios da Vida, por ser adaptável a diversos contextos, possibilitar responsividade, permitir escolha eficiente de recursos e reutilização de partes para finalidades diversificadas, comparativamente àquelas originalmente designadas.

Por conseguinte, a modularidade é um recurso valioso para aplicação em projetos de ambientes biofílicos, uma vez que proporciona circulação de matéria, combinação de padrões biomórficos e variabilidade entre sistemas complexos e ordenados (BROWNING; RYAN; CLANCY, 2014).

Com auxílio da plataforma *AskNature* e das obras de Ball (2016), Dumont (2014), Fournier (2011) e Thiéry e Breton (2017) foram selecionados organismos, estratégias e fenômenos naturais que atendessem ao ‘princípio-guia modularidade’ e pudessem inspirar projetos criativos em Design. A figura 15 mostra este levantamento.

CÉLULA / ORGANISMO / SISTEMA	MUTAÇÕES	COR ESTRUTURAL
EVOLUÇÃO	MUTUALISMO	DRAGÃO-MARINHO-FOLHADO
COLMEIA	ESCAMAS	CAVALO-MARINHO
TIGMONASTIA	BAMBU	DIVISÃO CELULAR
GEOMETRIA VEGETAL	COLÔNIAS	VITÓRIA-RÉGIA
ESPONJAS MARINHAS	PESQUISA BIOLÓGICA	
PROPORÇÃO ÁUREA E FRÁCTAIS	COMPORTAMENTO DE CARDUME	INDICADORES NATURAIS
TIGMOTROPISMO	MECÂNICA DE VOO	MEDUSAS
PEPINO DO MAR	ARQUITETURA NATURAL	
ANTIMERIA E SIMETRIA SAGITAL	EXOESQUELETO	

Figura 15 - Matriz de organismos e estratégias naturais. Fonte: A autora (2018).

O *brainstorming* de questionamentos-chave indicou aproximadamente uma dezena de possibilidades (exemplos: bambu, comportamento de cardume e alometria) que preenchem os requisitos dos projetos de Programação Visual e de Produto. *Sketches* dessa seleção apontaram quatro opções mais adequadas à criação da marca e de seus produtos: *Hippocampus kuda* e *Hippocampus reidi* (cavalos-marinhos), *Victoria amazonica* (vitória-régia), *Phycodurus eques* (dragão-marinho-folhado) e características de geometria vegetal.

4.3 MATRIZ SWOT

Com a matriz SWOT (Apêndice 2), evidenciou-se que as forças do projeto estavam centradas na flexibilidade da movimentação caudal do cavalo-marinho; na resistência à aplicação de cargas do *Hippocampus* e da *Victoria amazonica*; na configuração visual do dragão-marinho-folhado e das particularidades de geometrias vegetais, ambos conectados aos princípios biofílicos; e, na possibilidade de integração dos componentes em um sistema modular.

Ponderou-se a limitada disponibilidade de conhecimento específico acerca dos temas e a ausência de exemplares dos organismos selecionados para análises diretas no campo das fraquezas.

No eixo das oportunidades, sobressaiu a potencialidade associada à aplicação da Biomimética e da Biofilia ao Design, uma vez que, os organismos não são aplicados com frequência em criações visuais ou de mobiliário. Quanto às ameaças, destacam-se a complexidade de elaboração de sistemas interativos e generativos relacionados à identidade visual e de produtos modulares assim como a escassez de materiais e processos produtivos verdadeiramente sustentáveis disponíveis para concretizar as criações.

4.4 BUSINESS MODEL CANVAS

O uso do *Business Model Canvas* viabilizou a organização dos elementos estruturantes de uma marca generativa voltada para produção de peças de mobiliário e ambiente provenientes de pesquisas biomiméticas e biofílicas (Apêndice 3).

4.5 ORGANISMOS E ELEMENTOS NATURAIS SELECIONADOS

Tendo como meta, elaborar alternativas para ambos os projetos, foram selecionados organismos e aspectos naturais identificados nos procedimentos anteriormente relatados e que atendiam aos seguintes critérios:

- a) são dotados de estruturas resistentes;
- b) suportam diversos tipos de aplicação de cargas;
- c) permitem movimentação de elementos;
- d) possuem formas visualmente atrativas.

4.5.1 Cavalo-marinho

É importante clarificar que foram estudadas duas espécies de cavalos-marinhos: *Hippocampus reidi* e *Hippocampus kuda*. Estes peixes contam com a camuflagem como principal estratégia para livrar-se da predação. Também desenvolveram um conjunto de placas ósseas (figura 16) que atuam como uma armadura flexível, subdermal, conferindo proteção contra os potenciais perigos do meio oceânico, além de possibilitar que o espécime agarre e se ancore em superfícies (HALE, 1996; PORTER et al., 2012; PRAET et al., 2012; MAI; ROSA, 2009).

Estas placas ósseas resistem a fraturas de impacto e compressão. São suficientemente elásticas para permitir flexões axiais – ventrais, ventrais-laterais e dorsais – controladas, bem como movimentos de preensão (figura 17).

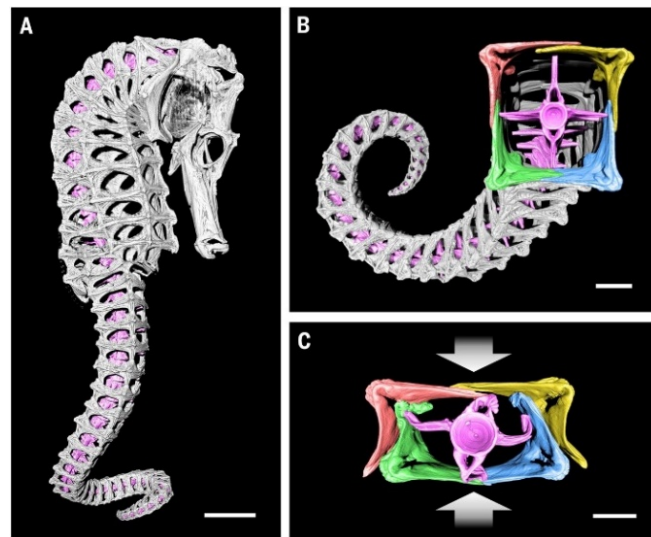


Figura 16 - Esqueleto de cavalo-marinho. Fonte: <https://phys.org>.

O volume caudal interno mantém-se quase totalmente constante durante a movimentação, uma vez que a compressão dos tecidos macios é baixa. Isso significa que, ao dobrar a cauda em sentido ventral, a área do segmento corporal correspondente tem um pequeno grau de expansão, evitando uma mudança no volume dos tecidos macios ao seu redor (VAN CAUTER et al., 2010). Para proteger os órgãos e sistemas internos do animal, essas placas e as articulações sobrepostas absorvem a energia quando são comprimidas (PORTER; RAVIKUMAR, 2017).

Este animal foi selecionado para a elaboração de mobiliário devido à variedade de movimentos em um único sistema modular. As características biológicas do cavalo-marinho induzem alternativas para construção de objetos retráteis ou com peças de múltiplas funções e encaixes, que podem ser ajustadas na medida do grau de fixação entre suas partes.

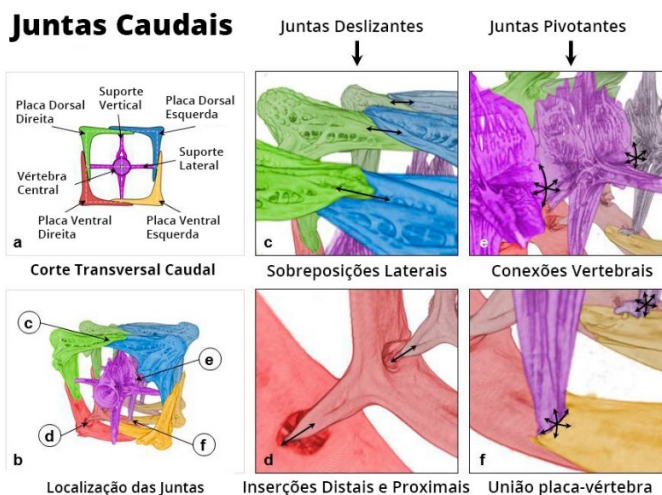


Figura 17 - Detalhamento de porção caudal de cavalo-marinho. Fonte: <https://phys.org/>.

4.5.2 Dragão-marinho-folhado

Phycodurus eques é a nomenclatura binomial científica do dragão-marinho-folhado (figura 18), peixe que possui apêndices coloridos e elaborados, que auxiliam na sua camuflagem, em meio às algas, nas águas rasas da costa sul-australiana (CONNOLLY; MELVILL; KEESING, 2002; STILLER; WILSON; ROUSE, 2015). Pertence à família *Syngnathidae* que inclui cavalos-marinhos, peixes-cachimbo e dragões-marinhos-comuns. Devido à sua aparência distinta, supõe-se que estes animais evoluíram em conjunto com macroalgas e ervas marinhas integrantes de seu habitat (NEUTENS et al., 2014).



Figura 18 - Dragão-marinho-folhado. Fonte: <https://animalsake.com/leafy-sea-dragon-facts>

Possui conformação corporal similar à dos cavalos-marinhos, cujos esqueletos são exemplos de resistência à aplicação de cargas. Como espécie que reúne particularidades tanto de animais, como de vegetais, o *Phycodurus eques* revela potencialidade para múltiplas configurações gráficas e de produto visualmente conectadas à biofilia (BROWNE; BAKER; CONNOLLY, 2008).

4.5.3 Geometria vegetal

O universo vegetal possui uma infinidade de formas adaptadas ao uso eficiente de recursos e atração de agentes polinizadores que garantem a sobrevivência das espécies botânicas. A simetria radial, em que elementos aparecem superpostos em torno de um ponto, pode ser reconhecida na forma de flores actinomorfas e do centro de troncos (BALL, 2016; DUMONT, 2014).

Estudos de fenômenos da filotaxia identificam a posição em que são localizados os órgãos vegetais: de cada lado ou em volta de um eixo. A organização alternada de folhagens, em um eixo central, é denominada de espiral generativa. Em torno do eixo do caule, o ângulo entre os pontos de inserção das folhas é denominado de “ângulo de divergência”. Rosetas também são configurações de folhagens em espirais, identificadas em suculentas, abacaxis e folhas de alface (BALL, 2016; DUMONT, 2014).

É importante elucidar que ondulações e curvas – tais como parábolas, hipérbolas sinusoidais e cossenoides – estão presentes nas formas botânicas, refletindo o processo de crescimento e de adaptação às funções de captação solar, sustentação e fixação de elementos. É possível encontrar uma multiplicidade de curvas vegetais, tais como o pecíolo das folhas, a sinuosidade de gavinhas e ondulações nas fibras de troncos (DUMONT, 2014).

Ressalta-se que o traçado sinusoidal, além de ilustrar crescimento ao longo do tempo, traduz movimentações cíclicas e periodicidade (BALL, 2016; DUMONT, 2014).

4.5.4 *Victoria amazonica*

Outro organismo, escolhido como modelo para esta pesquisa, foi a *Victoria amazonica*, popularmente conhecida como vitória-régia (figura 19). Elucida-se que se trata de uma planta herbácea com folhas flutuantes, mas fixas ao substrato subaquático, que pode ser encontrada em águas calmas, de temperaturas entre 26 e 30°C. Originária da bacia do rio Amazonas, possui caráter ornamental, importância medicinal, ecológica e alimentícia (OSMAN, 2010).

A folha adulta da *Victoria amazonica* é espessa, configurada em forma de disco, com diâmetro variável, a depender das condições do *habitat*. Possui revestimento espinhoso para proteger-se da predação. Tem resistência à aplicação de peso em sua superfície, graças às nervuras e tricomas da parte inferior da folha, cuja conformação interna é repleta de gases que favorecem sua manutenção na superfície, suportando cargas de até 45 quilos.

A parte inferior foliar é impermeabilizada, impedindo o contato direto com o meio aquático utilizado para flutuação, facilitando o escoamento da água residual e evitando o apodrecimento precoce do organismo (OSMAN, 2010). Dadas as características das folhas de *Victoria amazonica*, considera-se que este organismo represente uma alternativa passível de ser transformada em criação de Design.

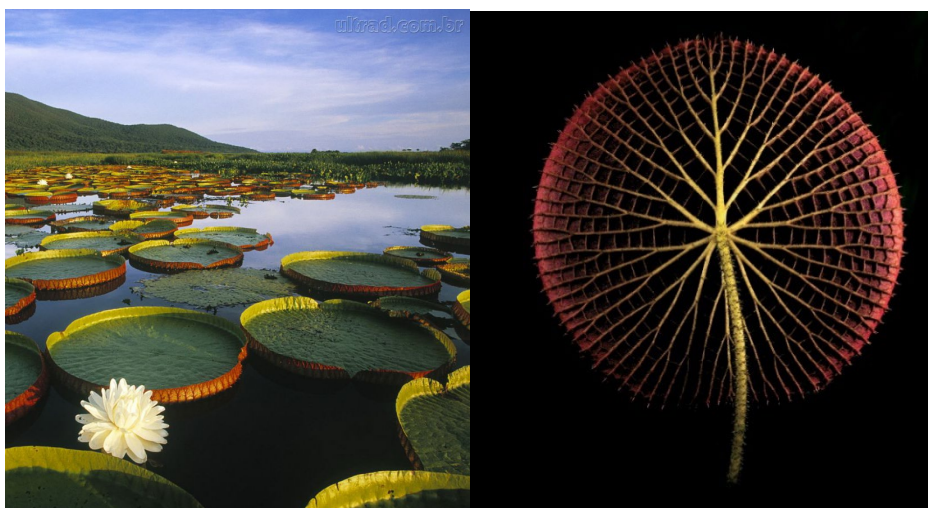


Figura 19 - *Victoria amazonica* em ambiente natural e estrutura ramificada na parte inferior da folha. Fonte: www.pinterest.com

É importante lembrar que os organismos supracitados foram escolhidos por apresentarem particularidades inseridas nos princípios estudados, aplicáveis em Projeto de Produto e Programação Visual.

O cavalo-marinho e a vitória-régia são caracterizados por estruturas modulares, relacionadas ao elemento biomimético da integração de desenvolvimento e crescimento. Suas formas são resistentes e complexas, interligadas ao princípio de adaptação às condições de mudança e incorporação de diversidade. Esses organismos podem ser utilizados como inspiração para suportes de superfícies, como mesas e assentos.

O dragão-marinho-folhado e as geometrias botânicas possuem formas orgânicas e variabilidade de componentes inseridos no âmbito da complexidade, ordem e padrões biomórficos provenientes da Biofilia aplicáveis como elementos gráficos.

Sendo assim, pretende-se abstrair características dos organismos supracitados para obter emulações Biomiméticas e Biofílicas, ou seja, produtos de Design.

4.6 PROGRAMAÇÃO VISUAL

Cabe lembrar que o objetivo principal deste projeto consistiu em elaborar um sistema de identidade visual generativo, inspirado na natureza, interativo com estímulos ambientais e representativo de produtos e serviços de Design.

Mais precisamente, foram estipulados como objetivos específicos:

- Conhecer e descrever estudos de Biomimética, Biofilia e Design Generativo voltados para atividades criativas (ver Seção 2).
- Examinar formas, materiais e composições de identidades visuais e peças gráficas relacionadas aos campos de conhecimento supracitados.
- Investigar e aplicar recursos generativos ao Design Gráfico.
- Criar um sistema de integração das configurações generativas com variações de aspectos ambientais sensoriais.
- Elaborar um Manual de Identidade Visual e produtos de comunicação visual da marca.

4.6.1 Análise de similares

A figura 20 expõe um trecho de um dos painéis elaborados para identificar soluções gráficas pré-existentes de identidades visuais dinâmicas e generativas. Foi possível notar que as marcas são construídas sobre uma base comum, seja pela inscrição em um *grid*, seja por possuírem um ou mais componentes compartilhados, de caráter geométrico.

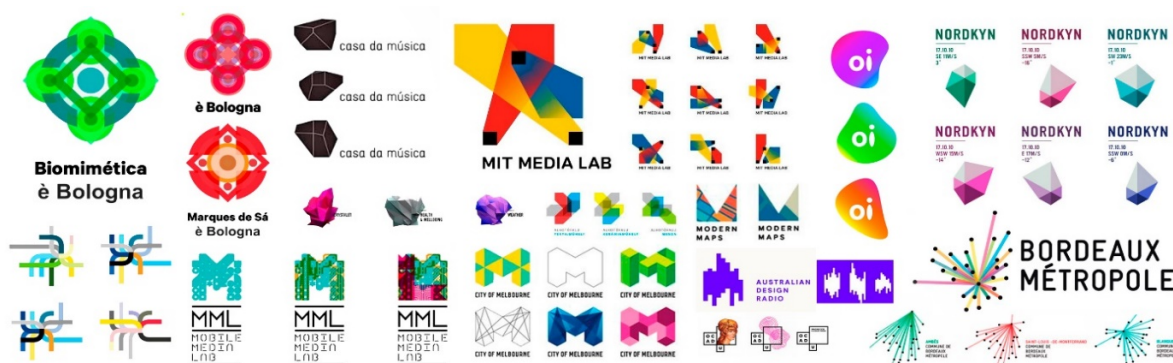


Figura 20 - Trecho de painel visual com marcas generativas. Fonte <https://br.pinterest.com> (2018).

Em tais marcas, intituladas majoritariamente como “identidades visuais dinâmicas” ocorrem mudanças na disposição dos elementos e na paleta cromática. O logotipo permanece na mesma posição, sendo que o fator de mudança é o símbolo. As configurações visuais são sintéticas e distintas ‘intra-marca’ e ‘inter-marcas’, adequando-se como elemento visual identificador de produtos e serviços.

Outro trecho de painel é mostrado na figura 21, em que estão expostas marcas inspiradas na natureza. Algumas delas são assinaturas visuais que representam organizações engajadas em pesquisas biomiméticas e de sustentabilidade. Nota-se a prevalência de tonalidades verdes e azuis, além de outras cores associadas à pigmentos naturais, formas orgânicas e representações centradas nas temáticas de flora e fauna.



Figura 21 - Exemplos de marcas inspiradas na natureza. Fonte <https://br.pinterest.com> (2018).

4.6.2 Princípios aplicáveis identidade visual interativa

Tendo em vista os estudos sobre Biomimética e Biofilia, relatados na Seção 2, elegeram-se as diretrizes que pareceram ajustadas aos sistemas de comunicação gráfica:

a) Princípios Biomiméticos

- Adaptar-se às condições de mudança – incorporar a diversidade e manter a integridade por meio da autorrenovação. Criar sistemas interativos que apresentem visualização contínua

multifuncional, isto é, componentes gráficos dinâmicos, em movimento que possam ilustrar múltiplas aplicações.

- Estar em sintonia com o local e ser responsivo – alavancar processos cíclicos. Relacionar mudanças nos elementos da identidade visual aos fatores variáveis integrantes do ambiente.
- Integrar desenvolvimento e crescimento – combinar componentes modulares. Elaborar marca generativa a partir da replicação de uma estrutura básica, para obter visualização de complexidade a partir de elementos simplificados.

b) Princípios Biofílicos

- Estímulos sensoriais não-rítmicos – o sistema interativo da identidade visual pretende ilustrar as alterações dos estímulos sensoriais do ambiente (luminosos, sonoros, térmicos e de umidade), que ocorrem de modo variável ao longo do tempo.
- Luz dinâmica – elemento relativo ao sistema interativo da marca. Alterações no fator luminosidade poderão desencadear mudanças no símbolo.
- Formas orgânicas – estudo e aplicação de curvaturas, sinuosidades e configurações naturais proveniente do estudo da flora e fauna na representação gráfica.
- Complexidade e ordem – interligado ao elemento de desenvolvimento e crescimento biofílico, determina que a identidade visual criada seja composta por elementos menores, aninhados em grupos complexos.

4.6.3 Geração de alternativas

Compete recordar que, na Seção 2, foram aludidas as noções de representação conceitual e multiplicidade de combinações generativas, as quais são relevantes para produção gráfica.

Consequentemente, foi realizada a geração de alternativas sobre papel, de caráter figurativo, para estudar formas naturais e aproximá-las às ilustrações de símbolos da identidade visual.

Conforme destacado antes, foram escolhidos: cavalo-marinho, dragão-marinho-folhado, vitória-régia e geometria botânica (figura 22).



Figura 22 - Alternativas figurativas. Fonte: A autora (2018).

Em seguida, foram efetuados ensaios em software vetorial, obtendo-se variações conceituais, combinatórias, cromáticas e de escala (figura 23). As alternativas foram dispostas em *grids* de quatro por quatro unidades, de modo a assegurar uma transição ordenada para os programas de código, em que o posicionamento dos elementos estivesse claramente estabelecido.

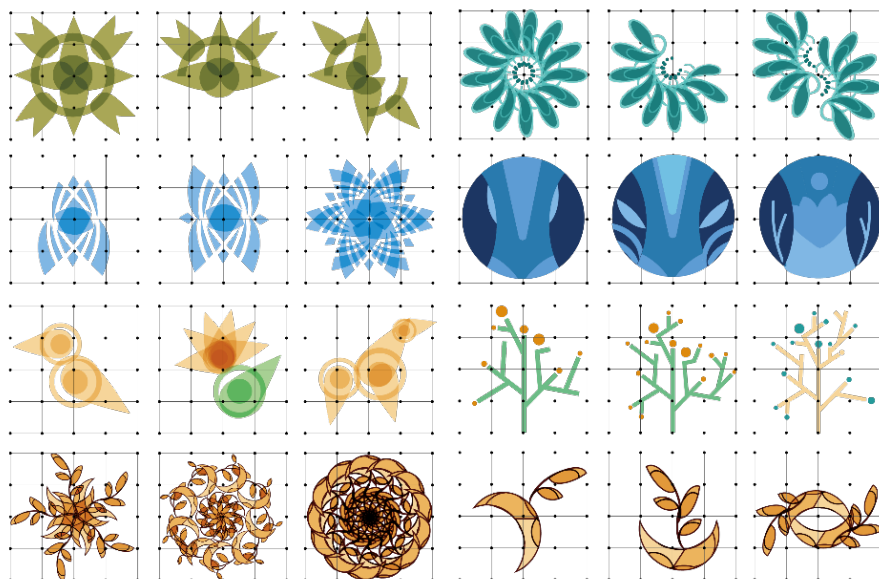


Figura 23 - Alternativas vetoriais com variações para o sistema generativo. Fonte: A autora (2018).

4.6.4 Geração de alternativas em *Processing*

Uma outra geração de alternativas, efetuada em programa de código, viabilizou a configuração de diversos parâmetros das propriedades generativas da marca: o ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) *Processing*.

Ressalta-se que esta é uma plataforma *open source* gratuita que utiliza a linguagem JavaScript, sendo habitualmente usada para o aprendizado de programação e a aplicação em mídias artísticas e Design. Possui diversas funções interativas – de integração com plataformas de prototipagem eletrônica em *hardware*, tais como Arduino, programas 2D e 3D. O IDE facilita a extração de dados, visualização de imagens estáticas e animadas. Também permite várias exportações de arquivo (exemplos: PNG, JPEG, PDF e SVG).

Outra vantagem do IDE *Processing* é a ampla comunidade de usuários – pesquisadores, estudantes e entusiastas – que se dispõem a auxiliar na elaboração de códigos e produções visuais.

A figura 24 exhibe alternativas configuradas na plataforma a partir de expressões matemáticas (dentre elas definições de senos e cossenos) centradas majoritariamente no

detalhamento de curvas e posicionamento de linhas e áreas preenchidas. Intencionou-se ilustrar formas e movimentos orgânicos.



Figura 24 - Alternativas realizadas em *Processing*, utilizando expressões matemáticas. Fonte: A autora (2018).

Após este extenso processo de geração visual, optou-se pela exploração das possibilidades combinatórias da alternativa ilustrada no canto inferior direito da figura 24. Cabe explicar que esta opção se mostrou mais apropriada aos conceitos e teve uma visualidade orgânica e sintética. Os elementos dessa alternativa possuem potencial para variações cromáticas, de transparências e movimentação, compatíveis com projetos generativos e de identidade visual.

Depois disso, efetuou-se um exame das possibilidades de alteração das expressões matemáticas estabelecidas no código com o intuito de aproximar a alternativa de uma mobilidade orgânica que transitasse entre a visualidade de espécimes animais e vegetais, visto que as versões anteriores se aproximavam somente da esfera botânica. Igualmente se considerou a ampliação da superfície ocupada por cada uma das formas constituintes do módulo central visando aprimorar sua legibilidade e tornar a imagem generativa aplicável como símbolo.

Ao serem alterados os parâmetros de velocidade de rotação das unidades dos arcos e linhas, e das quantidades expressas nas fórmulas de senos e cossenos, foram identificados

três conjuntos de alternativas (figura 25), cujas imagens foram configuradas para realizar movimentos fluidos e exibir as cores escolhidas para a marca.

Posteriormente, selecionou-se a alternativa da linha inferior exposta na figura 25, pois se considerou sua disposição mais harmonizada com os fins pretendidos. De fato, esta versão possui caráter simplificado comparativamente às demais e alinha-se com os princípios biofílicos e biomiméticos (complexidade e ordem, padrões biomórficos, Design multifuncional modular e reposicionamento de informações).

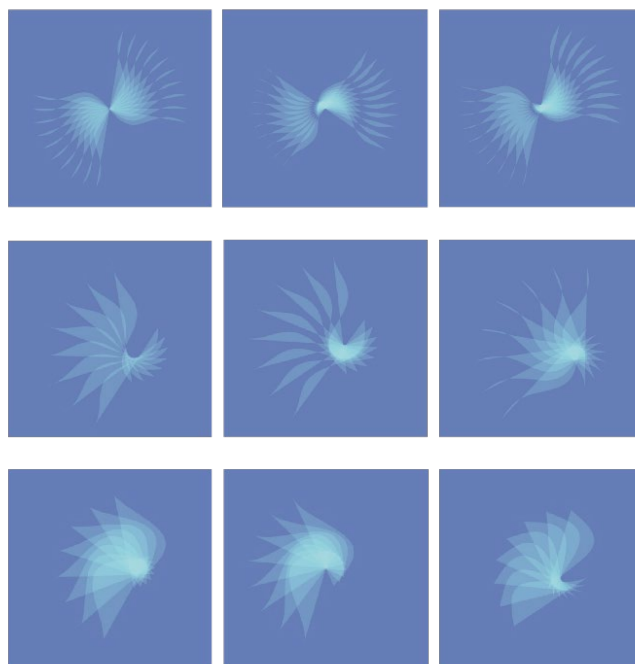


Figura 25 - Aprimoramento de alternativas. Na linha inferior, encontra-se a versão selecionada para constituir a identidade visual generativa. Fonte: A autora (2018).

4.6.5 Naming

É indispensável que o nome de uma marca seja pregnante e coerente com seus produtos e serviços para que tenha relevância no mercado. Para isso, foi realizado um *brainstorming*, cujos temas centrais eram Biomimética, Biofilia, natureza e Design. Foram encontradas algumas opções, entre elas: Sinestesis, Sense, Biosphere, Bios, Nest, Ecoe, Viridian, Biosign, Ecobios e Ecosense.

Preferiu-se Biosense, composto pelo radical “*Bios*” proveniente do grego que traduz o conceito de “*vida*” e “*sense*”, proveniente do latim “*sensus*” termo vinculado aos estímulos e percepções sensoriais. Considerou-se que este *naming* permite associação mais direta com os temas do projeto.

4.6.6 Marca Biosense

Tem por princípio reconectar o ser humano com a natureza e proporcionar sensações biofílicas restauradoras, por meio da criação de produtos de Design palpáveis e digitais, bem como a configuração de ambientes. A marca Biosense combina ferramentas metodológicas de projeto e produção relacionadas ao meio natural, tendo por finalidade a criação de peças modulares, reaproveitáveis, sustentáveis e que incluem princípios biomiméticos, biofílicos e Design generativo em sua concepção.

Os valores Biosense direcionam atitudes, comportamentos e resultados. Guiam os colaboradores da marca e as relações com *stakeholders* internos e externos. Biosense é regida pelas seguintes propriedades:

- Orgânica: utilizar padrões biomórficos como recurso para elaboração de produtos e comunicação visual inspirados em estratégias naturais.
- Elegante: efetuar composições visualmente aprazíveis.
- Harmônica: criar composições balanceadas; planejar o uso de recursos para reduzir desperdícios e aproximar o indivíduo com a natureza.
- Modular: permitir a reconfiguração dos elementos para suprir as necessidades identificadas, garantindo a pertinência do Design em diversas aplicações, ampliando tempo de uso e atratividade.

Pretende-se que sua aplicação seja majoritariamente digital, para reduzir o uso de matéria-prima, fornecedores, gráficas e transporte, características poluidoras do meio

ambiente. Indica-se o uso de pigmentos naturais e tintas com baixo teor de compostos orgânicos voláteis (*Volatile Organic Compound* - VOC), para eventuais materiais impressos (DOUGHERTY, 2008).

4.6.7 Manual de Identidade Visual

O Manual de Identidade Visual permitiu definir as regras de aplicação das assinaturas e elementos componentes da comunicação gráfica Biosense para manter sua integridade (MARTINS, 2006).

4.6.7.1 Assinaturas Visuais

Representam os valores de uma instituição e possuem os elementos constituintes da marca. De acordo com Strunck (2012, p. 76), a assinatura visual “pode ser usada de uma única forma ou ter várias possibilidades de combinação, ora privilegiando o logotipo, ora o símbolo”.

Deve-se dar preferência à aplicação da assinatura institucional, sendo que as demais versões são recomendadas somente em situações particulares.

Enfatiza-se que Biosense traduz os seguintes conceitos: complexidade e ordem; padrões biomórficos; reposicionamento de informações; Design multifuncional; adaptação e responsividade. Isto porque a marca mostra crescente complexidade de elementos, formas modulares ordenadas em curvatura e movimentos orgânicos responsivos a mudanças no ambiente (figura 26).



Figura 26 - Assinatura institucional Biosense. Fonte: A autora (2018).

Quando o espaço vertical for insuficiente para aplicação da assinatura institucional, é recomendável adotar a assinatura secundária, tal como reproduzida na figura 27. Ressalta-se que essa versão também pode ter símbolo variável assim como a assinatura principal.



Figura 27 - Assinatura secundária Biosense. Fonte: A autora (2018).

4.6.7.2 Símbolo

Cumprе salientar que símbolo é um “sinal gráfico que, com uso, passa a identificar um nome, ideia, produto ou serviço” (STRUNCK, 2012, p. 71).

O símbolo Biosense possui caráter mutável e proporciona uma impressão de organicidade, em decorrência da execução do programa de código JavaScript (figura 28). Por meio de movimentos graciosos e da disposição de elementos em curvaturas conectadas à porção central da imagem, Biosense expressa, abstratamente, tanto qualidades de animais aquáticos e aéreos, como oscilações de espécies botânicas ao vento.

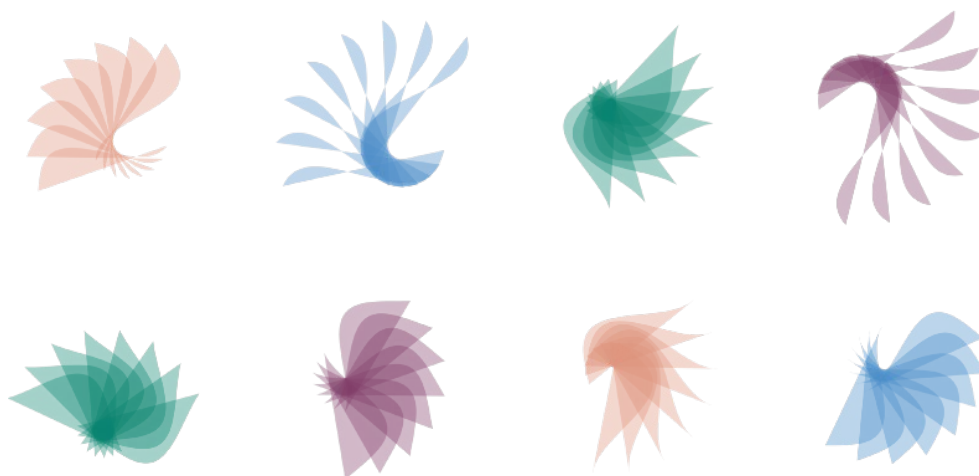


Figura 28. Variações do símbolo generativo. Fonte: A autora (2018).

Em função de alguns parâmetros – linguagem de programação, formulações matemáticas, interação por Firmata e captação de dados das alterações de luminosidade, som e presença em um determinado ambiente – possui variações: versões positivas e negativas; estática ou móvel; e velocidade de movimentação (figura 29).

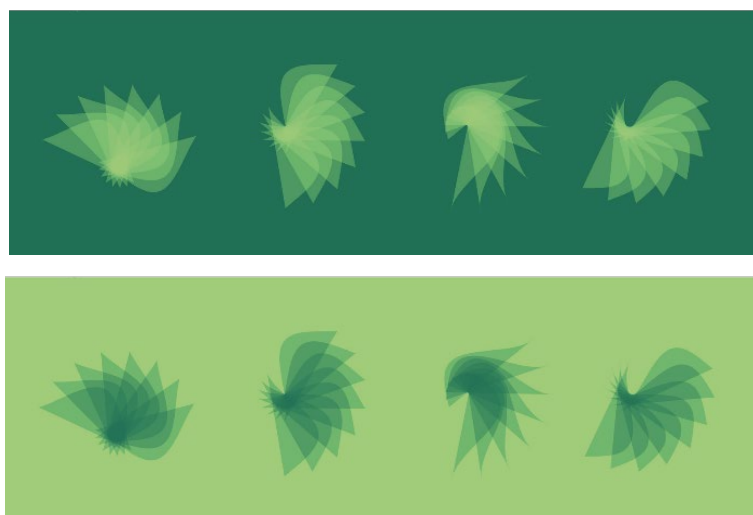


Figura 29 - Símbolo em versão negativa (superior) e positiva (inferior). Fonte: A autora (2018).

4.6.7.3 Logotipo

De acordo com Strunck (2012), logotipo é a particularização da escrita de um nome. Para este autor, trata-se de palavra escrita em estilo tipográfico permanente que identifica uma organização, empresa, grupo ou pessoa.

O logotipo (figura 30) é formado pela palavra 'Biosense' em *Montserrat Alternates* configurada em peso *light*. Essa fonte sem serifas possui aspecto geométrico e arredondado em seus bojos, ápices e disposição inclinada dos elementos, tal como suas barras internas na letra 'e', que dialogam com o símbolo, enfatizando o aspecto moderno e elegante da marca.

biosense

Montserrat Alternates (light)

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
1234567890
!@#\$%&*()+=<>{}[]\|,.;

Figura 30 - Logotipo Biosense e Tipografia Institucional *Montserrat Alternates light*. Fonte: A autora (2018).

4.6.7.4 Tipografia

Elemento essencial para um sistema de identidade visual, a tipografia contribui para a preservação da unidade de uma empresa e os textos institucionais devem ser preferencialmente compostos pelas famílias tipográficas previamente definidas (ADAMS; MORIOKA; STONE, 2004).

Neste projeto, foram escolhidas duas fontes para compor a tipografia da marca, de maneira a possibilitar a escrita de diversas peças textuais coerentes com o seu aspecto visual (figura 31).

Para textos web e impressos, foi selecionada a fonte *Open Sans*, que conta com um total de nove pesos diferentes. Em textos extensos, ou cuja fonte seja configurada em tamanhos reduzidos, deve ser empregada a tipografia *Lora*, fonte serifada dotada de dois pesos. Recomenda-se, ainda, a alternância das tipografias em títulos e corpo de texto. Se *Lora* é aplicada em títulos, *Open Sans* deve configurar o corpo textual e vice-versa.

Lora

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
1234567890
!@#\$%&*()+=<>{}[]\|,.;

Open Sans

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
1234567890
!@#\$%&*()+=<>{}[]\|,.;

Figura 31 - Tipografias auxiliares Biosense. Fonte: A autora (2018).

4.6.7.5 Cores institucionais

Compõem a assinatura institucional Biosense. Os tons selecionados evocam elementos de caráter natural, como água, vegetação, terra e pigmentos orgânicos (figura 32). Estas cores precisam ser aplicadas separadamente, porquanto a marca tem apenas uma apresentação cromática por vez. Esta condição foi estabelecida para manter coesão entre as múltiplas ilustrações da identidade visual.





			
# E17A5F	# 237055	# 5079BC	# 681F54
R 225 C 0	R 35 C 85	R 80 C 70	R 104 C 60
G 122 M 60	G 112 M 30	G 121 M 50	G 31 M 100
B 95 Y 60	B 85 Y 70	B 188 Y 0	B 84 Y 30
K 0	K 20	K 0	K 30
Terracota	Viridian Intenso	Lazuli Sereno	Bruma Purpúrea

Figura 32 - Paleta de cores institucionais. Fonte: A autora (2018).

Para não descaracterizar as cores institucionais em decorrência de aplicações exacerbadas, e, com o propósito de ampliar as composições gráficas, definiu-se uma paleta cromática auxiliar (figura 33).

Ressalta-se que é permitido o uso de variações destas cores, adicionando-se maior percentual de branco ou de preto, conforme necessário.





			
# F6D096	# A6D9E2	# A2CB7B	# DABBC7
R 246 C 0	R 166 C 40	R 162 C 45	R 218 C 15
G 208 M 20	G 217 M 0	G 203 M 0	G 187 M 30
B 150 Y 50	B 226 Y 10	B 123 Y 65	B 199 Y 15
K 0	K 0	K 0	K 0
Lys	Larimar	Brisa Verde	Alfazema

Figura 33 - Paleta de cores auxiliares. Fonte: A autora (2018).

4.6.7.6 Proporção, área de respiro e limite de redução

Preservar a relação entre elementos gráficos da marca, é primordial para manter a coerência representativa (CARNEIRO, 2007; STRUNCK, 2012). Assim, em Biosense, a unidade considerada para definir tal proporção foi definida a partir da extração do elemento “O” constituinte do logotipo.

A assinatura principal está inserida em uma área de 13 unidades de largura por 14 unidades de altura. Ressalta-se que, dado o caráter generativo da marca, o símbolo pode ocupar um espaço variável: mínimo de 9 unidades de largura e 9 de altura e máximo de 11 unidades de altura e 11 de largura (figura 34, à esquerda).

O logotipo ocupa o espaço de 8 unidades de largura por uma unidade de altura. O espaçamento entre logotipo e símbolo equivale a uma unidade de “O”.

Fixou-se o espaço mínimo em torno da marca de modo a manter a legibilidade e a visualização de seus elementos, mesmo quando há interferência de outras peças gráficas, fotografias ou marcas. A área de respiro foi estipulada com base em quatro unidades “O” dispostas na área externa de contato com a marca, tal como pode ser observado na figura 34, à direita.

Caso necessário, as proporções e os *grids* de montagem permitem que a marca seja reconstruída a partir de programas de edição vetorial.

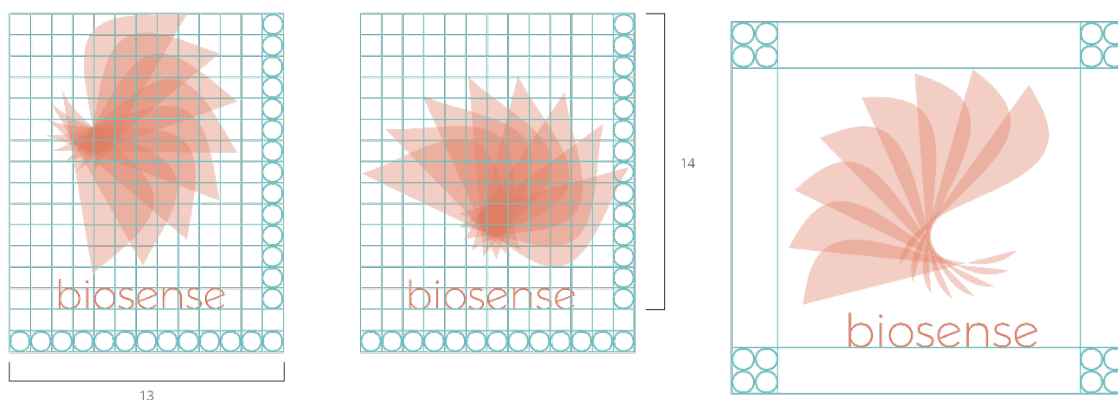


Figura 34 - À esquerda, proporções da marca. À direita, área de respiro. Fonte: A autora (2018).

De suma importância, é o limite de redução (figura 35), o qual mantém a integridade e possibilita o reconhecimento da marca. Ao reduzir mais que o propício, a legibilidade dos elementos pode ficar seriamente prejudicada.

Para garantir a visualização apropriada, foi estabelecido um limite de 30 milímetros para impressões e 70 pixels para aplicação web. É essencial observar a permanência dos elementos da marca à medida em que as reduções são realizadas, principalmente quanto à aplicação em suportes variados, para além do papel e do ambiente digital.

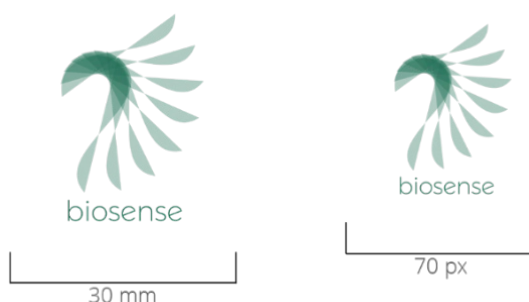


Figura 35 - Limites de redução para aplicações impressas e *web*. Fonte: A autora (2018).

4.6.7.7 Outras Assinaturas

Foram definidas outras possibilidades de assinatura visual Biosense, considerando-se a necessidade de adequação da marca a impressões específicas e aplicação em diversos meios e suportes que não permitam o uso da assinatura em sua versão original.

Para evitar a perda de detalhamento da Identidade Visual em impressões preto e branco, recomenda-se que seja utilizada a versão em escala de cinza, a qual também é sugerida visando redução de custos (figura 36, à esquerda).

A assinatura monocromática (figura 36, à direita) é indicada no caso de impressões de menor custo e que requerem um preenchimento uniforme, não possibilitando o uso das demais. É aconselhada para aplicação em serigrafia, adesivagem, impressão em áreas reduzidas, estêncil e carimbos.

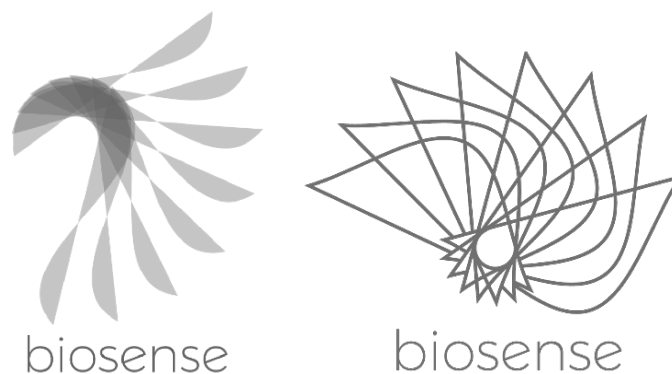


Figura 36 - À esquerda, escala de cinza. À direita, versão monocromática. Fonte: A autora (2018).

4.6.7.8 Aplicações em fundos

Certas condições específicas, relacionadas a variações de fundo, precisam ser ponderadas. Em suportes ‘para além da cor branca’, a integridade visual do símbolo e a legibilidade do logotipo serão conservadas, desde que sejam seguidas as recomendações aqui transmitidas.

Ademais, a marca Biosense pode ser aplicada sobre diversos materiais gráficos, tais como fotografias. É permitido o uso da assinatura colorida, se as cores do fundo apresentarem contraste suficiente e dialogarem com a paleta institucional (figura 37).



Figura 37 - Aplicação da marca colorida sobre fotografia. Fonte: A autora (2018).

Ao se optar por fundos cinzas, indica-se a assinatura monocromática. A figura 38 ilustra os percentuais de tinta preta propostos para manter o contraste apropriado. Orienta-se

a aplicação da versão preta para fundos de até 60% de preto. Para as demais gradações, é preferível o uso da marca branca.

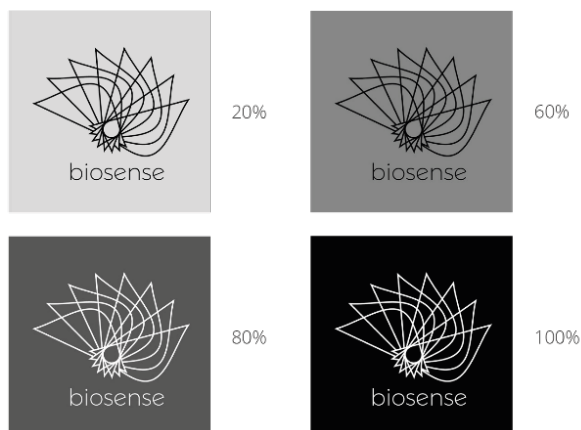


Figura 38 - Marca monocromática e percentuais de cinza para fundos. Fonte: A autora (2018).

As assinaturas monocromáticas são aplicáveis em fundos coloridos compostos pelos tons definidos na paleta de cores, como pode ser visto na figura 39.

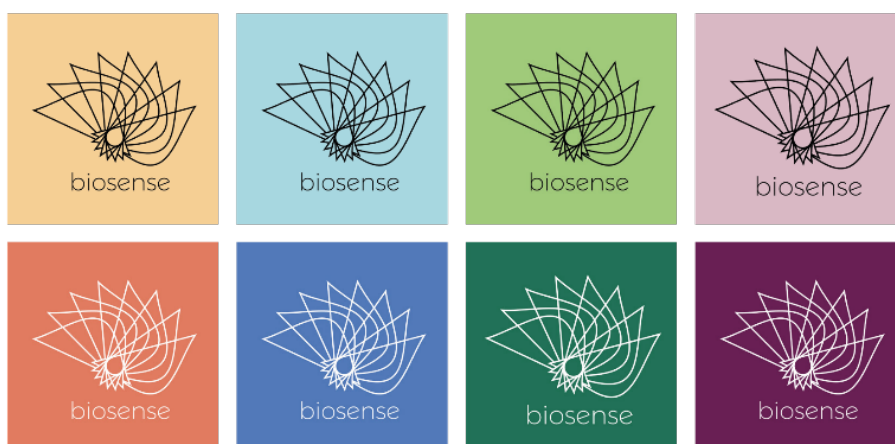


Figura 39 - Marca monocromática sobre fundos coloridos. Fonte: A autora (2018).

A marca monocromática também pode ser utilizada quando há interação com fundos cujas cores distanciam-se da paleta institucional e auxiliar. Este também é um recurso para enfatizar o conteúdo ilustrado e não a identidade visual (figura 40).



Figura 40 - Assinatura monocromática sobre fundos monocromáticos. Fonte: A autora (2018).

Em imagens de alta complexidade cromática ou de composição, deve-se adotar a assinatura institucional colorida sobre um elemento auxiliar retangular de extremidades arredondadas (figura 41).

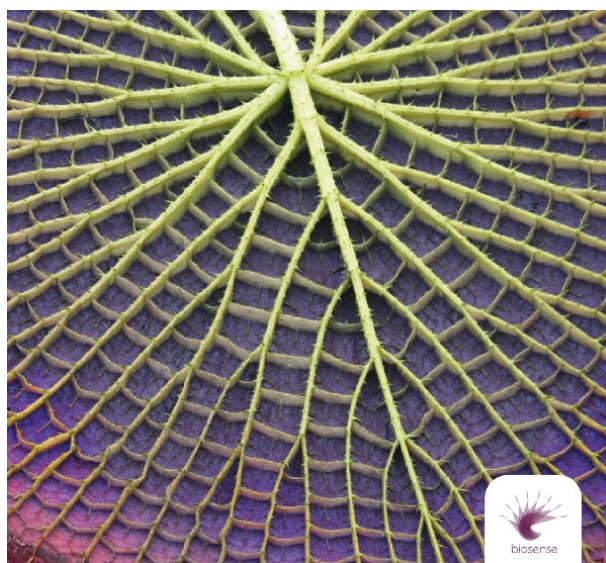


Figura 41 - Marca aplicada sobre elemento auxiliar. Fonte: A autora (2018).

4.6.7.9 Usos Incorretos

Não se autorizam usos inadequados e interferências na marca (figura 42). Alerta-se quanto às seguintes modificações:

1. Alteração dos parâmetros do código JavaScript.
2. Distorção da marca horizontalmente.
3. Distorção da marca verticalmente.
4. Alteração da tipografia institucional.
5. Deslocamento da identidade visual.
6. Símbolo aplicado como elemento decorativo.
7. Alteração da proporção do símbolo.
8. Uso de contornos sobre a marca preenchida.
9. Aplicação de efeitos 3D.
10. Uso de cores não especificadas.
11. Aplicação de gradientes.
12. Fundo colorido em desacordo com o manual.

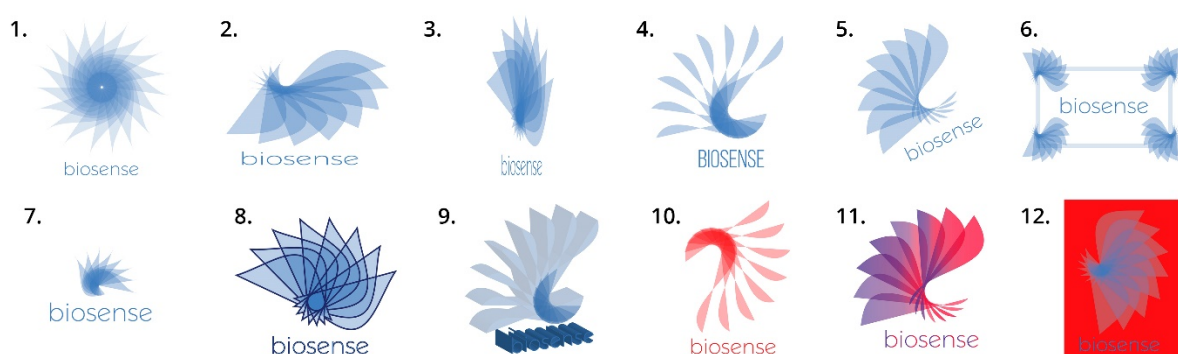


Figura 42. Usos incorretos da marca Biosense. Fonte: A autora (2018).

4.6.7.10 Grafemas

São elementos auxiliares empregados como recurso decorativo em composições gráficas. Possibilitam ampliar combinações visuais sem utilizar demasiadamente a assinatura institucional, o que impede o desgaste da comunicação visual da marca.

Os grafemas Biosense são porções dos símbolos generativos aplicados preferencialmente, nos cantos do material de divulgação, em suas versões positiva e negativa (figura 43).



Figura 43 - Grafemas Biosense. Fonte: A autora (2018).

4.6.7.11 Aplicações da marca

Biosense é uma marca essencialmente digital, conectada ao sistema de sensores desenvolvido para captar estímulos do ambiente e expressar seu potencial generativo. Adicionalmente, intenciona-se sua pertinência em diversos meios, prevendo-se sua divulgação e pregnância para o público-alvo.

4.6.7.12 Papelaria

Compõe a divulgação da marca Biosense, seus produtos e serviços. Possibilita que interessados entrem em contato com as plataformas digitais e com integrantes da empresa. Abrange o seguinte conjunto de elementos gráficos: cartões de visita, papel timbrado e pastas.

4.6.7.13 Cartão de visitas

Tal como a identidade visual, o cartão de visitas apresenta quatro variações cromáticas que reiteram seu caráter generativo. Nele, a assinatura institucional é aplicada na face superior, em sua versão negativa. No verso, encontra-se o grafema em versão positiva, ao lado das informações para contato. O cartão possui as dimensões de 9 cm por 5 cm (figura 44).



Figura 44 - Cartões de visita com variações cromáticas. Fonte: A autora (2018).

4.6.7.14 Papel timbrado

É um elemento gráfico que permite atribuir credibilidade e proveniência a um documento. Possui a mesma variabilidade de tons nos grafemas posicionados em suas margens. O logotipo encontra-se no canto inferior direito (figura 45).



Figura 45 - Papel timbrado na versão Viridian. Fonte: A autora (2018).

4.6.7.15 Pastas

Elaboradas para armazenar os materiais relatados nos itens anteriores. Foram configuradas nas dimensões de 32 cm por 23 cm. As pastas Biosense podem conter até 25 folhas de papel de gramatura 75 g/m². Na sua face externa, apresentam a assinatura visual da marca, e em sua face interna esquerda, possuem um grafema (figura 46).



Figura 46 - Pastas Biosense. Fonte: A autora (2018).

4.6.7.16 Sistema de captação de estímulos ambientais generativo Biosense

Este sistema tem por objetivo captar as mudanças em características ambientais, como luminosidade, intensidade sonora, variabilidade térmica, de umidade e de presença.

Vale esclarecer que foi utilizado um recurso de prototipagem em *hardware*, conectado ao IDE, para que os dados fossem registrados e transformados em configurações visuais específicas.

Ademais, o aspecto interativo da marca foi planejado para estreitar a relação do público com o ambiente. Também se pretende que cada local apresente uma marca única, em sintonia com os princípios biofílicos e biomiméticos de adaptação às especificidades do ambiente.

Estabeleceram-se as seguintes relações entre a captação de dados do *hardware* e a configuração visual Biosense:

- a) Versões positivas e negativas – associadas às variações luminosas do ambiente.
- b) Coloração e transparência – conectadas às progressões de tons frios e transparentes até cores quentes e opacas, visando ilustrar dados de temperatura e umidade.
- c) Velocidade de movimentação – interligada à intensidade sonora ambiente.
- d) Complexidade – crescente e progressiva, de acordo com a proximidade do indivíduo em relação aos sensores.

4.6.7.17 Arduino

É uma plataforma eletrônica *open source* criada pelo Instituto de Design de Interação de Ivrea (Itália) para prototipagem e ensino de recursos de programação e circuitos. É adotada em diversos projetos nas áreas de Design, Arte, Robótica e Engenharia. Suas placas podem ler a entrada de dados de componentes (sensores, botões, mensagens eletrônicas), ativando e desativando recursos e executando ações configuradas em sua programação (ARDUINO, 2018).

O IDE Arduino é similar à linguagem *JavaScript* utilizada em *Processing*. Existem diversas placas que podem ser aplicadas conforme as necessidades de cada projeto: variações de tamanho, capacidade de entrada de pinos para captação de dados e uso de internet.

O *software* Arduino é de fácil uso para aqueles que são principiantes no campo da configuração de código e circuitos; mas, é suficientemente flexível e amplo para os trabalhos de usuários mais avançados.

Outros aspectos relevantes dessa plataforma são: baixo custo de seus elementos; ambiente de programação simples; *software* e *hardware* extensível e interação com outras plataformas.

A prototipagem foi realizada com: placa Arduino Uno; diversos tipos de cabos conectores *jumpers*; *protoboard*; sensores *Passive Infrared* (PIR) para captação de presença; *Light Dependent Resistor* (LDR) para registro de luminosidade; Módulo LM393 para extração de dados sonoros e DHT11 para captação de temperatura e umidade (figura 47).

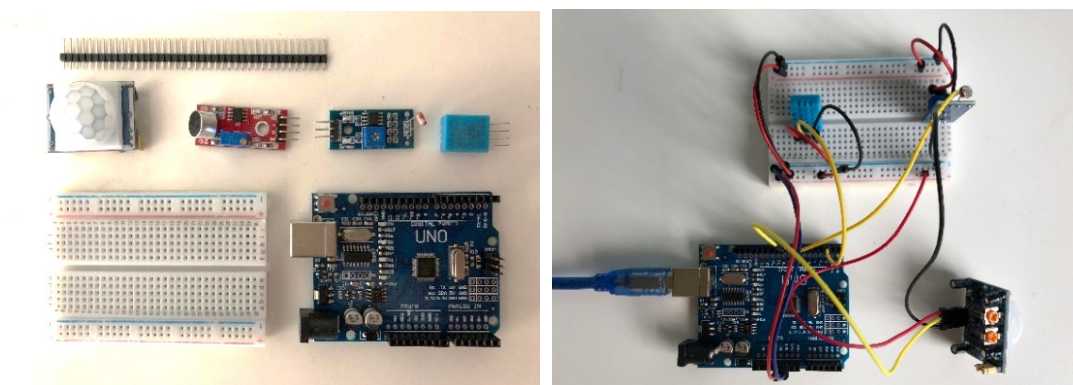


Figura 47 - À esquerda, componentes Arduino. À direita, prototipagem com *hardware* e sensores de presença, som, luz, temperatura e umidade sobre *protoboard*. Fonte: A autora (2018).

Vale ressaltar que o componente DHT11 capta dados precisos, diferentemente dos demais sensores que emitem sinais de ativação e desligamento à medida em que ocorre a recepção de estímulos externos. Por esse motivo, decidiu-se desenvolver o projeto sem este sensor para que o código elaborado para Biosense fosse mais sintético (figura 48).

Com a retirada do DHT11, estabeleceu-se uma nova correlação entre os dados ambientais captados e a identidade visual.

As cores foram definidas como informação fixa, mudando apenas sua intensidade nas versões positiva e negativa para um mesmo tom, quando o sistema captar informações de maior ou menor luminosidade.

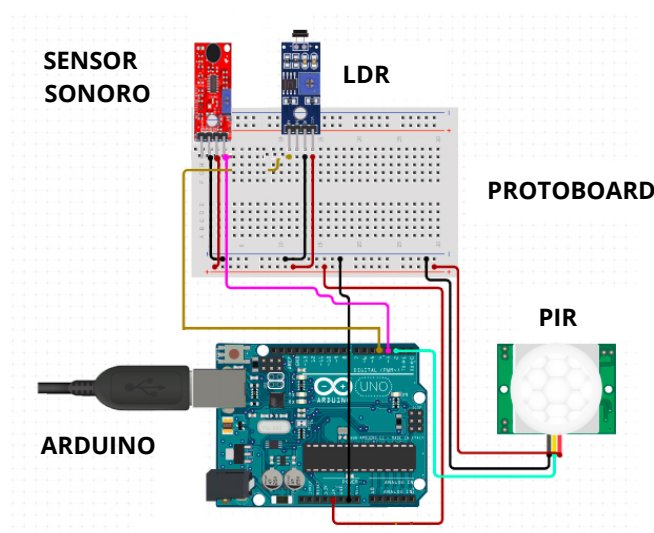


Figura 48 - Prototipagem em Arduino. Fonte: A autora (2018).

4.6.7.18 Sistema integrado

Optou-se por realizar as conexões sem a *protoboard*, para que o sistema fosse mais compacto e portátil. Os pinos de captação de dados foram conectados às portas de números 4 a 6, e os demais *jumpers* ligados ao *ground* e à fonte de energia de 5 volts. O conjunto finalizado de elementos do sistema interativo Biosense está ilustrado na figura 49.

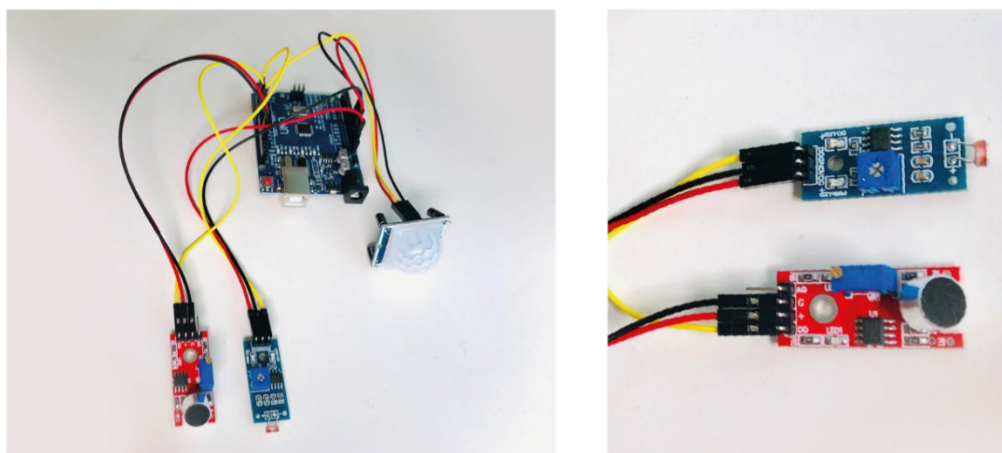


Figura 49 - Sistema de sensores sonoros, luminosos e de presença. Fonte: A autora (2018).

Cabe informar que foi utilizada Firmata para conectar o *hardware* ao Processing. Esta biblioteca implementa um protocolo que traduz as informações diretamente de um programa para o outro. Pode ser facilmente inserida no código, dispensando a redação de protocolos específicos.

Ao ser executado o programa em *Processing*, é aberta uma janela com a marca Biosense (figura 50). O sensor PIR ativa a interação com o sistema, fazendo a marca sair de sua posição estática e iniciar seu movimento. As mudanças na velocidade de rotação do símbolo foram vinculadas ao sensor sonoro. O LDR dispõe a marca em suas versões positiva (baixa luminosidade) e negativa (alta luminosidade).

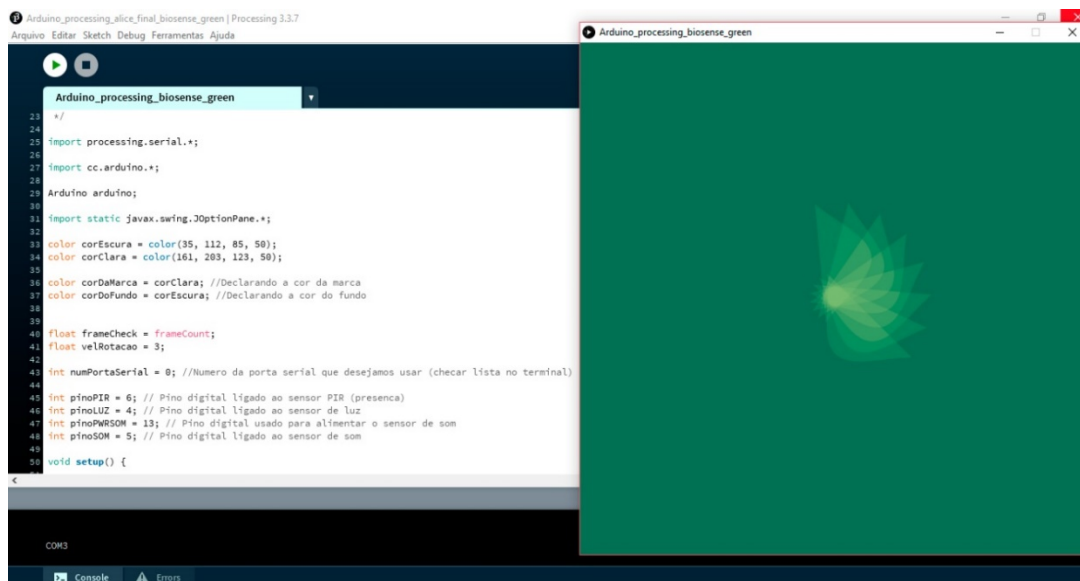


Figura 50 - IDE *Processing* ilustrativo dos resultados obtidos para a marca Biosense. Fonte: A autora (2018).

A exemplo de um organismo vivo, a marca percebe a presença de outros seres no ambiente, iniciando sua movimentação para ‘interagir’ com os visitantes. Biosense reage a estímulos, movimentando-se mais rapidamente em resposta a eles. Adapta-se também para permanecer na melhor configuração visual em variações luminosas, tal como organismos que buscam as melhores condições para sobrevivência.

Por fim, foi confeccionado um invólucro para proteger o sistema de *hardware* que proporciona segurança de manuseio e evita que o frágil sistema de circuitos seja danificado (figura 51).

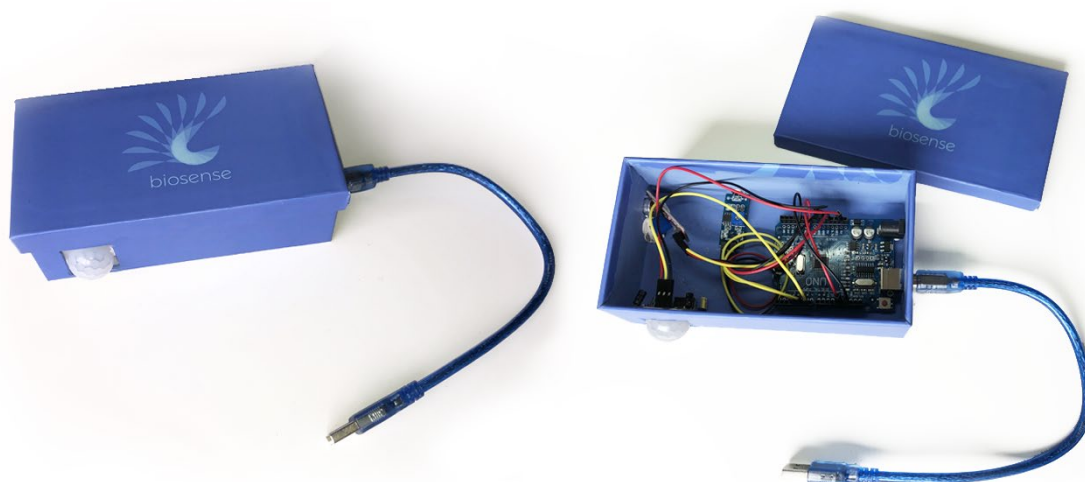


Figura 51 - Versão final do sistema Biosense. Fonte: A autora (2018).

4.6.8 Próximos Passos

Conjectura-se que a integração do sensor de temperatura e umidade DHT11 (ou o sensor de temperatura LM35) ao sistema Biosense com a incorporação de variações cromáticas associadas à paleta institucional, disponibilizará um relevante recurso interativo para a marca.

As configurações desses sensores poderão fornecer uma progressão tonal, mantendo a fluidez visual do sistema, com o acréscimo de operações em código para a definição das porcentagens de RGB, correspondentes às informações captadas, diferenciando-se o aspecto de temperatura (associado aos tons) da umidade (associada às transparências).

Futuramente, elaborar-se-á uma lista de materiais sustentáveis para guiar os projetos impressos da marca Biosense contribuindo-se para a redução de possíveis danos ambientais ocasionados pelo uso de recursos.

4.7 PROJETO DE PRODUTO

Vale recapitular que o objetivo geral deste projeto foi a produção de mobiliário biomimético e biofílico. Os objetivos específicos podem ser observados na figura 52.



Figura 52 - Objetivos para Projeto de Produto. Fonte: A autora (2018).

4.7.1 Análise de similares – objetos biomiméticos e ambientes biofílicos

A figura 53 expõe um trecho de painel elaborado para identificar produtos pré-existentes, principalmente na área de mobiliário e iluminação. Foi possível notar a prevalência de formas orgânicas; tons neutros e esverdeados; e, elementos replicados dispostos em padrões ao longo de estruturas modulares.

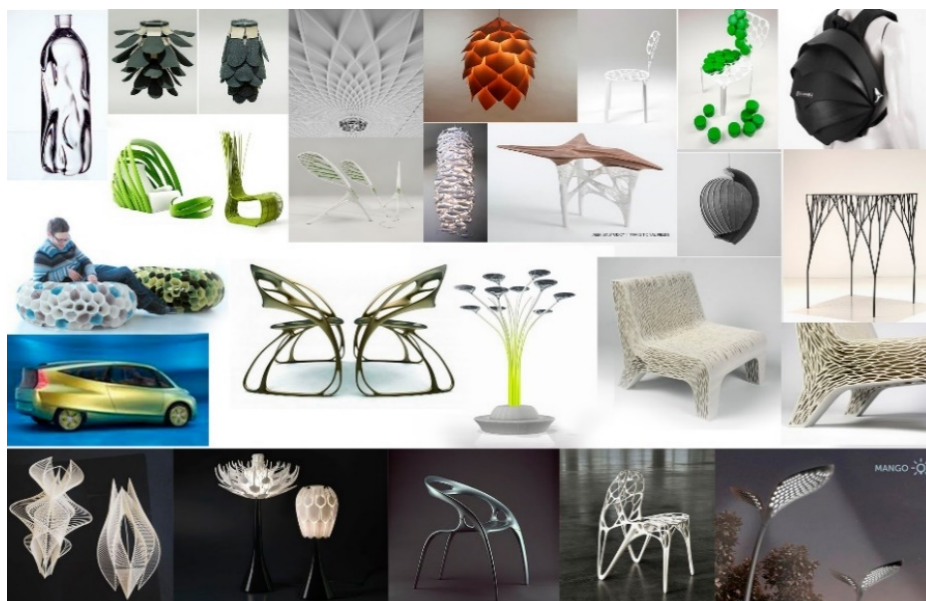


Figura 53 - Painel visual de produtos inspirados na natureza. Fonte: A autora (2018).

A figura 54 ilustra uma porção do painel de análise acerca de ambientes biofílicos. Constataram-se predominância de elementos naturais (principalmente plantas), formas curvilíneas e a mescla das fronteiras entre ambientes internos e externos. Os locais analisados, nesta pesquisa, exploram com sucesso os princípios de refúgio e a perspectiva por meio de sua amplitude, jogos de luz e sombra e pé direito elevado.

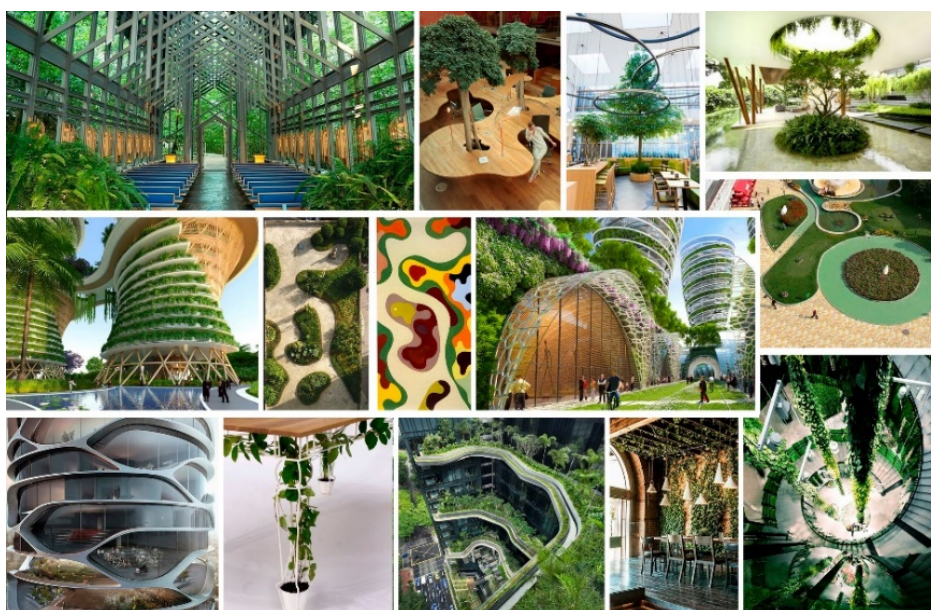


Figura 54 - Pesquisa de referências em biofilia. Fonte: A autora (2018).

4.7.2 Geração de alternativas

Cumprir enfatizar a necessidade de planejar as etapas preliminares à produção de produto, para que suas configurações sejam ajustadas conforme o cenário pretendido (IIDA; BUARQUE, 2016).

Dessa maneira, realizou-se, primeiramente, a geração de alternativas sobre papel para aprimoramento de *sketches*. Em uma segunda etapa, procedeu-se a criação de modelos tridimensionais palpáveis para estudar mecanismos. Por fim, foi feita uma produção em *software* paramétrico para especificação de módulos de mobiliário.

4.7.2.1 *Sketches*

Mediante ilustrações de organismos e suas especificidades, foram delineadas abstrações aplicáveis em mobiliário. O estudo foi realizado com base na plataforma *AskNature* e em publicações biológicas (vide Seção 2).

4.7.2.1.1 Primeira fase

A correspondência entre algumas das propostas esboçadas e peças de Design (figura 55) estão repertoriadas abaixo:

- Escamas de pirarucu e sua configuração modular escamosa flexível.
- Indicadores naturais, tais como hortênsias, que mudam de coloração dado o fator pH do solo.
- Cavalo-marinho e seu sistema esquelético resistente a impactos.
- Dragão-marinho-folhado e sua dualidade física visualmente vegetal e animal
- Vitória-régia e sua resistência à aplicação e distribuição de cargas.

Em seguida, foram eleitos como elementos regentes para a produção: cavalo-marinho, dragão-marinho-folhado, vitória-régia e geometria botânica.

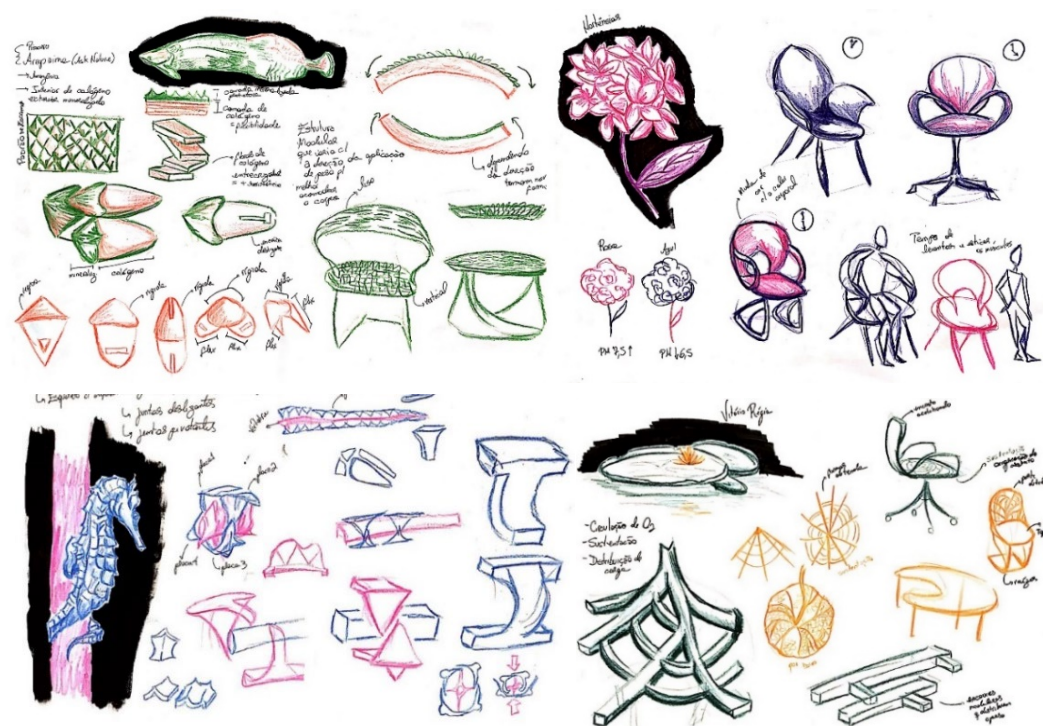


Figura 55 - Estudo de organismos e estratégias naturais em projeto de mobiliário. Fonte: A autora (2018).

4.7.2.1.2 Segunda fase

Foram investigados recursos visuais e formais do dragão-marinho-folhado como possibilidade para suporte de superfícies e elemento luminoso modular (figuras 56 e 57).

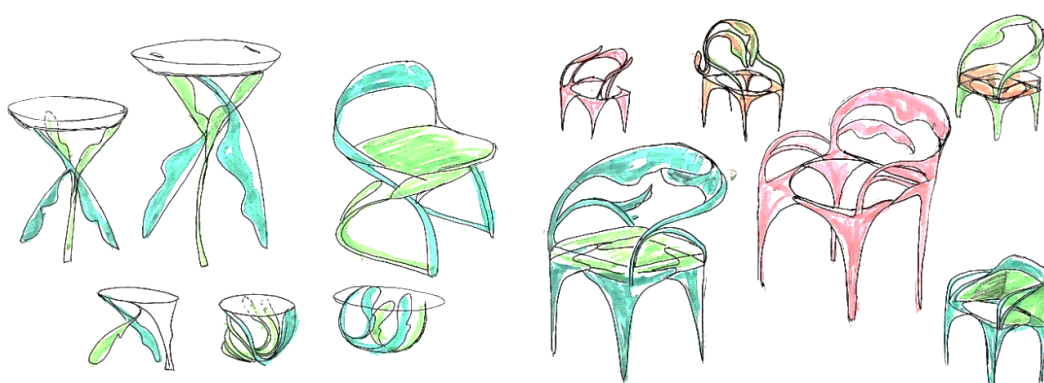


Figura 56 - Suportes para assento *Phycodurus eques*. Fonte: A autora (2018).

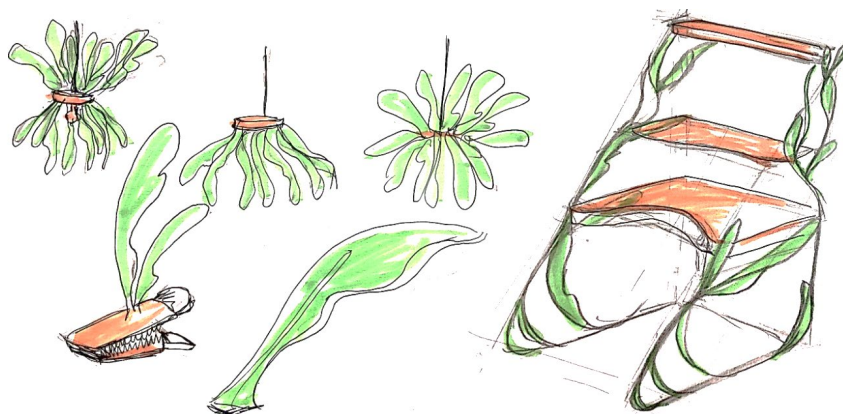


Figura 57 - Módulos luminosos e superfícies de apoio *Phycodurus eques*. Fonte: A autora (2018).

A análise da *Victoria amazonica* fundamentou a formulação de peças a serem dispostas no solo e na superfície de objetos, sendo que suas ramificações podem garantir qualidades de distribuição de peso (figura 58).

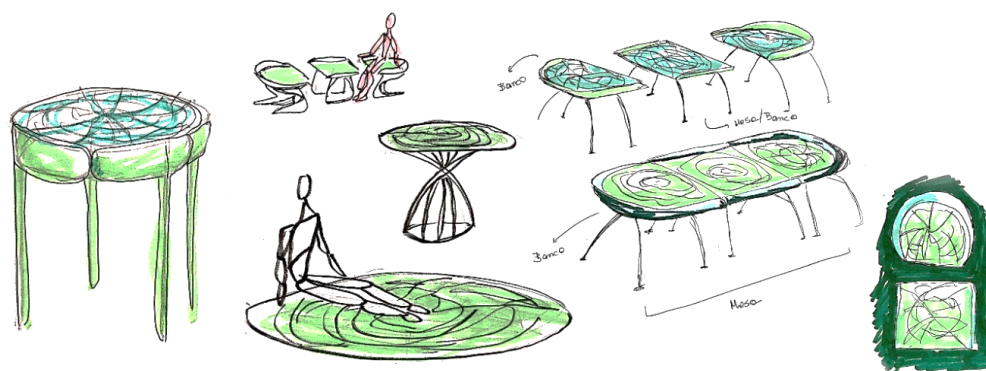


Figura 58 - Suporte para assento modular, mesa lateral e superfície para solos. Fonte: A autora (2018).

Foram concebidos módulos provenientes da abstração do cavalo-marinho, passíveis de encaixes diversos e com seções vazadas para armazenamento (figura 59).

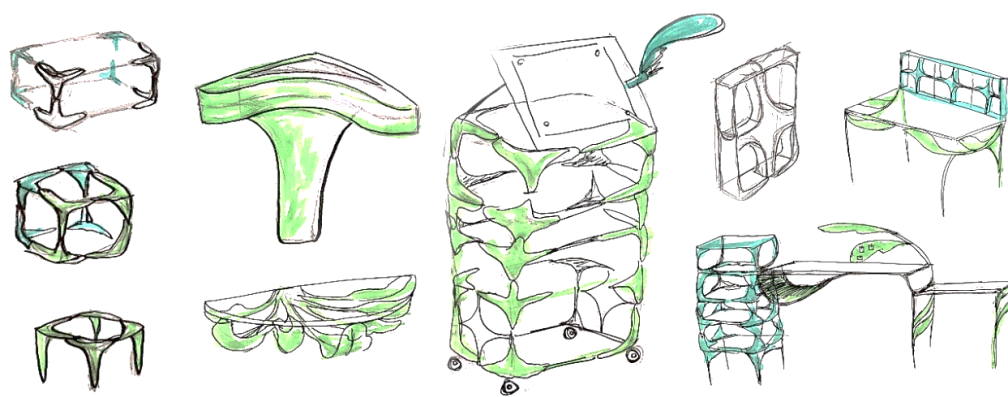


Figura 59 - Módulos de cavalo-marinho para armazenamento e suporte. Fonte: A autora (2018).

4.7.2.1.3 Terceira fase

Delinearam-se as propostas de mobiliário, as quais são mostradas em situações de uso a seguir. A figura 60 ilustra a combinação dos módulos de cavalo-marinho em estantes, prateleiras, nichos e organizadores.

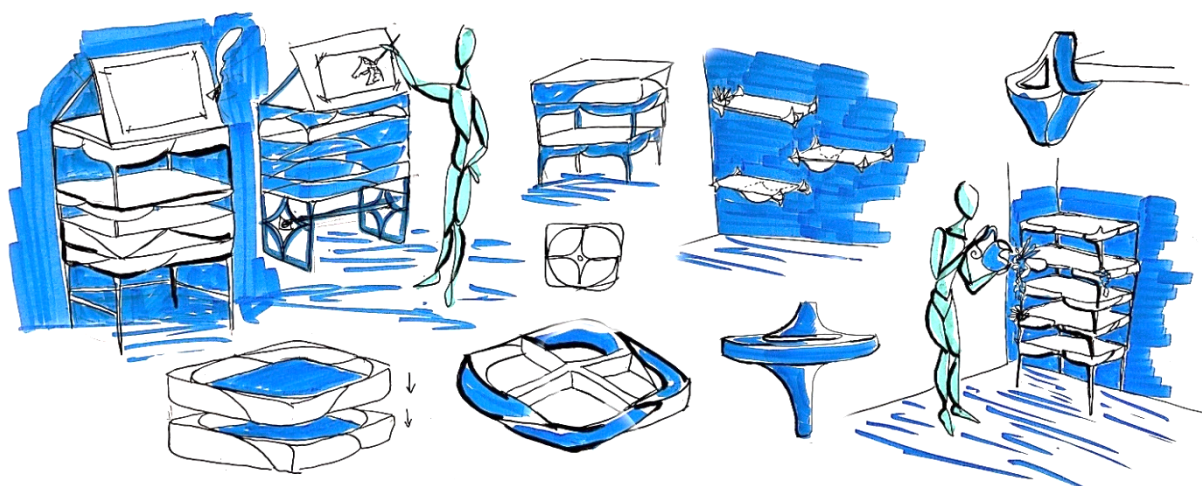


Figura 60 - Módulos empilháveis de cavalo-marinho. Fonte: A autora (2018).

Foram elaboradas opções de suporte entrelaçadas, baseadas nos apêndices de dragão-marinho-folhado e em estudos de geometria vegetal (figura 61). Ponderou-se a variação em altura para formulação de objetos multifuncionais.

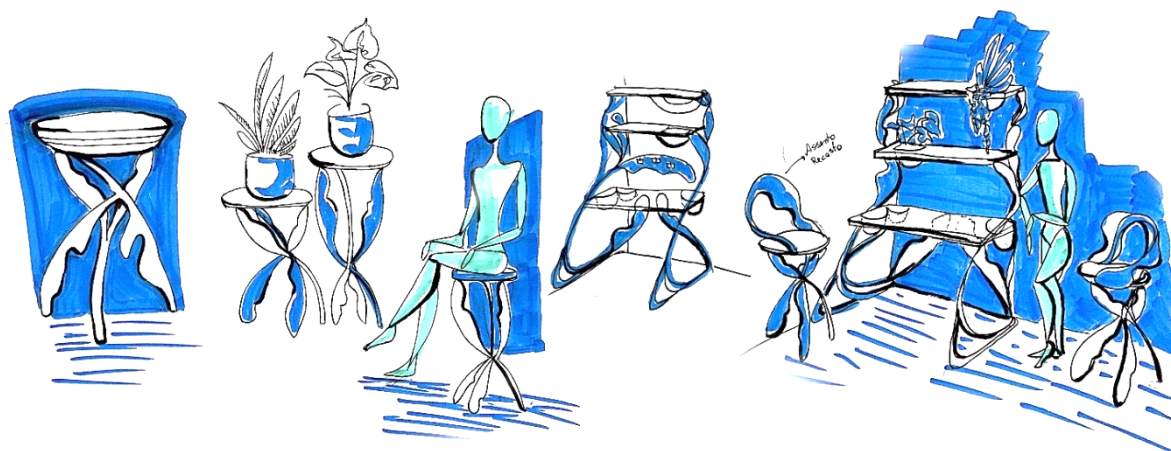


Figura 61 - Módulos *Phycodurus eques*. Fonte: A autora (2018).

A partir da *Victoria amazonica*, projetaram-se superfícies modulares para assento, suporte de objetos e divisão de ambientes, tais como mesas, bancos, sofás e “decks” (figura 62).

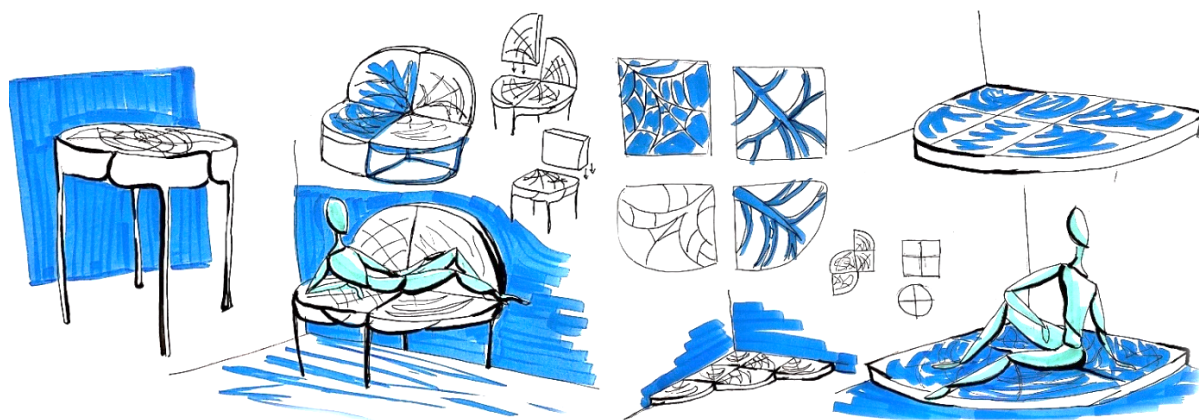


Figura 62 – Módulos *Victoria amazonica*. Fonte: A autora (2018).

4.7.2.2 Modelos físicos

Nessa etapa, a geração de modelos tangíveis foi realizada concomitantemente à execução da primeira e da segunda fase de *sketches*. Oportunizou a testagem de sistemas de encaixe e configurações múltiplas dos elementos modulares, com rotações e uniões diferentes a depender da peça conectada.

Cogitou-se, ainda, mesclar um suporte físico rígido com um meio flexível – possivelmente plástico ou madeira com películas ou tecidos – para tornar plana uma superfície vazada, resultante de combinações do módulo. Esta estratégia emulada da folha de *Victoria amazonica* possibilitaria melhor aproveitamento de material. Na figura 63, as áreas em cor verde ilustram esta hipótese.



Figura 63 - Testes de encaixe e modularidade, cavalo-marinho e vitória-régia. Fonte: A autora (2018).

O modelo derivado das propriedades do dragão-marinho-folhado configurou as seguintes possibilidades: bancos, cadeiras, mesas, apoios para plantas e objetos decorativos. Acredita-se que sua fabricação possa ser feita em estruturas metálicas tubulares, provenientes de reciclagem, para conformação de peças vazadas visualmente leves (figura 64).



Figura 64 - Modelo de suporte inspirado nos apêndices de *Phrynosoma macleayi*. Fonte: A autora (2018).

4.7.2.3 Modelos digitais

Permitem explorar o detalhamento do Design, englobando dimensões, encaixes e testes de resistência aos objetos propostos.

4.7.2.3.1 Primeira fase

Em complemento aos testes de substrato físico, foram geradas alternativas em meio digital com o intuito de explorar possibilidades de relação entre peças modulares e seus respectivos encaixes.

Assim, foram feitas modelagens de caráter experimental com a produção de peças modulares fundamentadas na geometria vegetal (figura 65, à esquerda). Também foi efetivado

um estudo tridimensional do modelo proposto por Porter e Ravikumar (2017) para compreensão do sistema mecânico ósseo do cavalo-marinho, suas interconexões e movimentos (Figura 65 à direita).

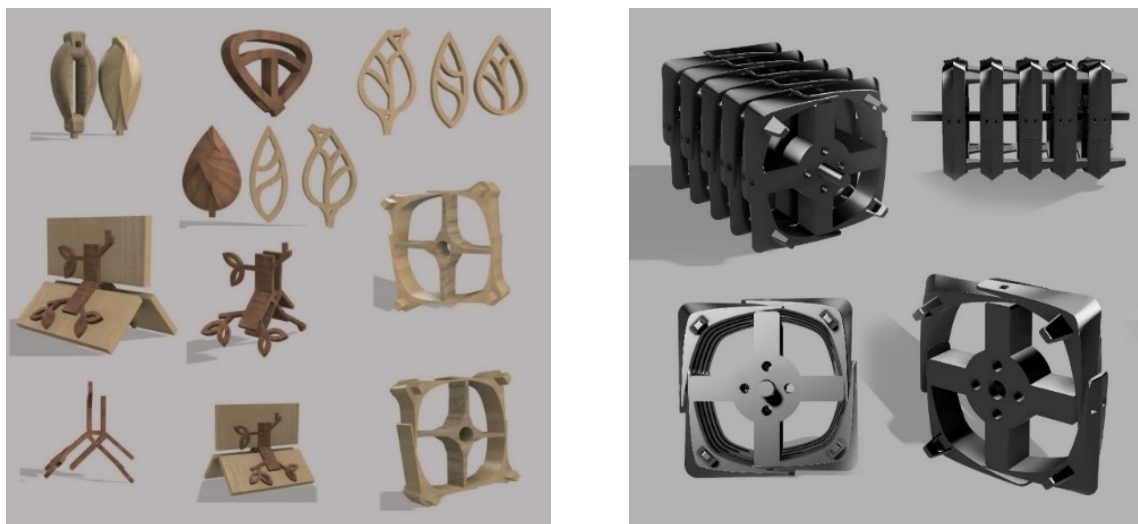


Figura 65 - Geração de alternativas digitais. Fonte: A autora (2018).

Também se empregou o recurso de gerar alternativas digitais para produção de um mobiliário multifuncional. Cabe explicar que cada um dos módulos externos, do produto assim criado, era composto por cinco losangos inspirados na folha da *Victoria amazonica*.

Unindo-se quatro destes módulos em uma matriz central cruciforme, obtém-se uma superfície, que se for conectada por encaixe, será rígida; e, se for conectada por elásticos ou cordas, poderá realizar movimentos de retração e avanço ao longo de um eixo central. A figura 66 apresenta uma aplicação deste sistema na forma de uma mesa ou uma banqueta.

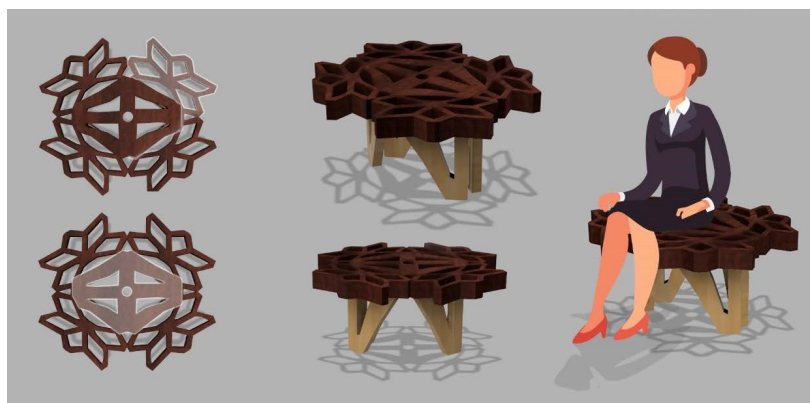


Figura 66 - Peça de mobiliário inspirada em cavalos marinhos. Fonte: A autora (2018).

4.7.2.3.2 Segunda fase

Foram construídas outras alternativas, inspiradas em *Phycodurus eques* e seus apêndices. Dentre tais propostas, definiram-se peças modulares, de suporte para superfícies e para iluminação.

A primeira versão de peça modular é uma luminária de garra (figura 67, à esquerda). Pode ser fixada em mesas e espaços de trabalho, ou disposta em conjunto de peças idênticas, na forma de pendente luminoso de teto (figura 67 à direita). Os apêndices possuem material flexível integrado a fitas de LED, que possibilitam direcionar a fonte de luz, de acordo com as necessidades do usuário.

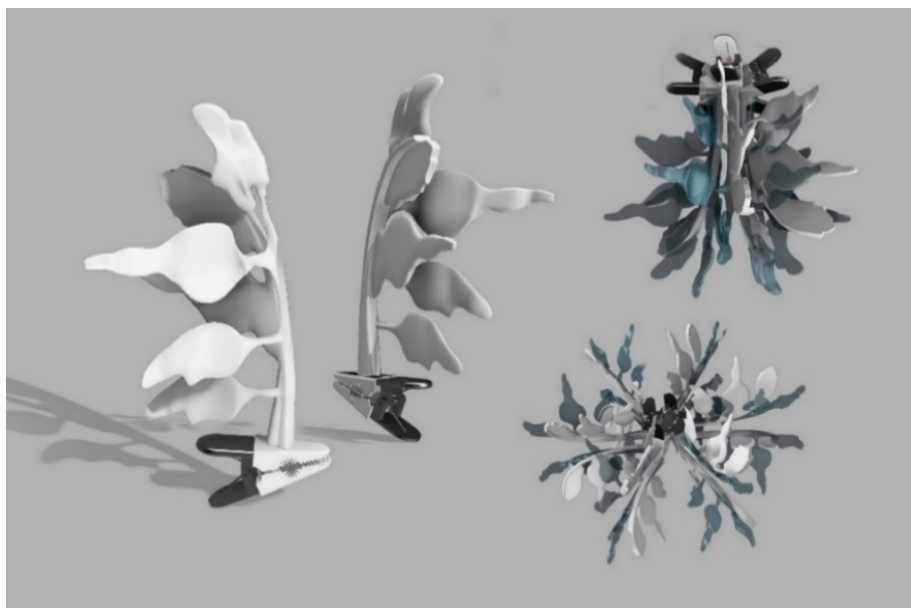


Figura 67 - Luminária inspirada em dragões-marinhos-folhados. Fonte: A autora (2018).

A segunda versão consiste em uma peça para assento ou apoio de objetos, em que as folhagens do dragão-marinho foram utilizadas como suporte para a superfície de apoio horizontal (figura 68).



Figura 68 - Suportes de superfícies. Fonte: A autora (2018).

A *Victoria amazonica* influenciou a criação de objeto para assento modular. O topo do móvel é delineado por uma seção de quarto de círculo e emula nervuras e tricomas da folha. Os pés do móvel provêm das estruturas de cavalos-marinhos conjugadas em três unidades, uma reta e duas curvilíneas (figura 69).



Figura 69 - União de dois módulos para assento provenientes da vitória-régia. A autora (2018).

4.7.3 Produtos Biosense

É importante lembrar que Biosense é uma marca que tem por princípio reconectar o ser humano à natureza e proporcionar sensações biofílicas restauradoras, por meio da criação de produtos de Design palpáveis e digitais. Suas propriedades regentes são: configurar formas orgânicas; efetuar composições visuais elegantes e harmônicas; e reconfigurar elementos modulares reaproveitáveis adaptando-se o Design ao usuário. Tem-se como meta primordial que os princípios biomiméticos e biofílicos estejam incutidos nos produtos da marca.

Intenciona-se que os produtos Biosense sejam produzidos em materiais naturais ou ‘biobaseados’, tais como madeiras certificadas e bioplásticos, por exemplo. evita-se o uso de policloreto de vinila (PVC), acrilonitrila butadieno estireno (ABS), acetato-vinilo de etileno (EVA), policarbonato, poliestireno, poliuretano e silicone (KEELER; BURKE, 2010),

4.7.3.1 Linha Hippocampus

As peças deste conjunto foram inspiradas no sistema esquelético do cavalo-marinho. Realizaram-se adaptações e abstrações desse componente natural para obter módulos – associados verticalmente e horizontalmente – que formam estruturas quadradas e circulares.

Os módulos configuram-se em três escalas diferentes:

- Versão reduzida - pode ser acoplada à parede em forma de nichos e prateleiras.
- Versão média - usada para formar estruturas de armazenamento de objetos, como estantes, assentos e mesas (figura 70).
- Versão ampliada - serve para apoio de superfícies maiores (exemplo: mesas de jantar).

Idealiza-se também a inserção de plantas nas cavidades das peças, com intuito de avivar o aspecto biofílico de conexão direta com a natureza. Todavia, esta condição só poderá ser efetivada quando as cavidades não estejam sendo usadas para fixação de outros módulos. A figura 71 define as características técnicas do mobiliário Hippocampus.



Figura 70 - Peças da linha Hippocampus. Fonte: A autora, (2018).

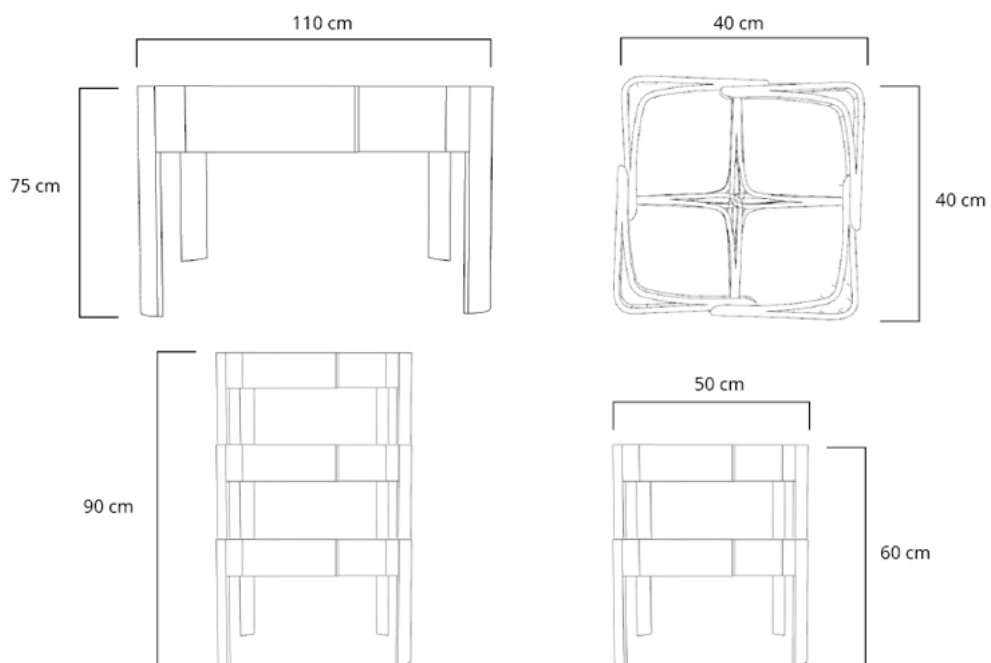


Figura 71 - Dimensionamento geral linha Hippocampus (mesa, módulo e estantes). Fonte: A autora (2018).

4.7.3.2 Linha *Draconis*

Com nomenclatura em latim, *Draconis* é uma linha de mobiliário, inspirada em *Phycodurus eques* (dragão-marinho-folhado), que apresenta dois módulos diferentes: um de configuração luminosa e outro para suporte de superfícies.

O primeiro configura-se como luminária modular em garra, cujos filamentos flexíveis direcionam a fonte luminosa para adequação ao uso (figura 72 à direita). Ao se agrupar várias unidades da estrutura básica, fixada a um suporte central, é possível gerar combinações visuais múltiplas (exemplo: pendente de teto). Nesse caso, é necessário prever uma fonte luminosa central intensa (figura 72 à esquerda).

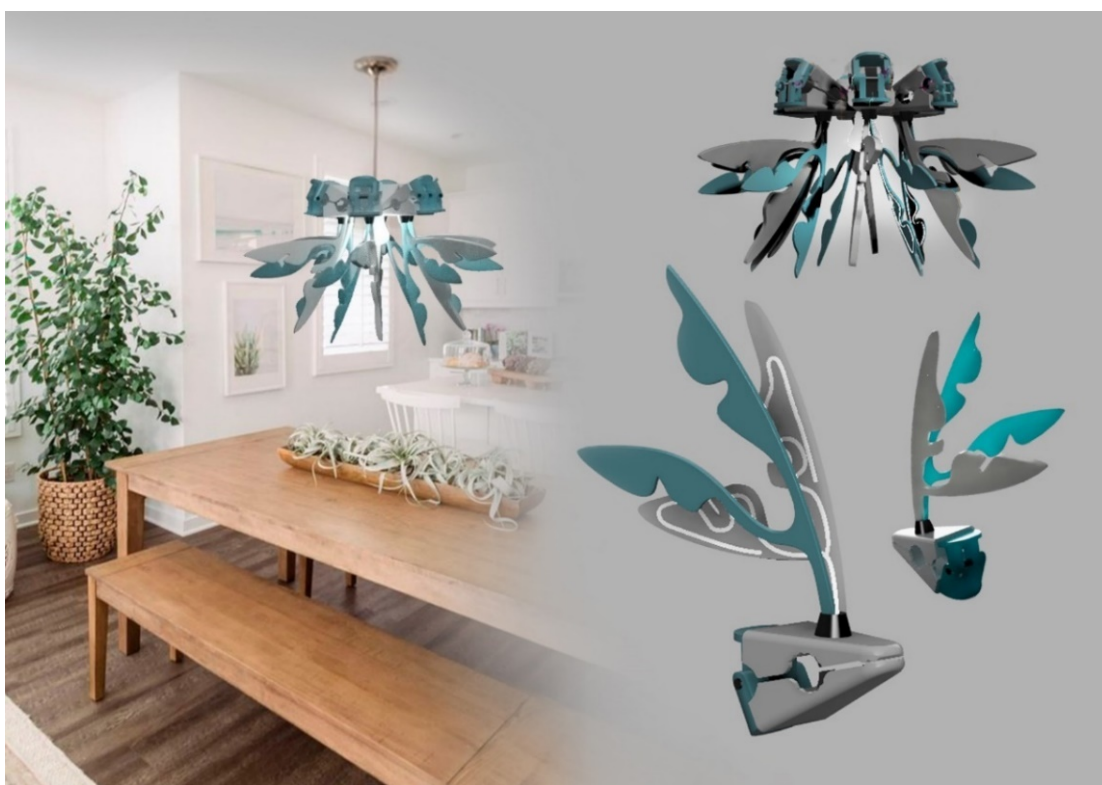


Figura 72 - Luminária de garra *Draconis*. Fonte: A autora, 2018.

O segundo elemento modular é um suporte para apoio de superfícies horizontais, que pode ser empregado como assento ou mesa (figura 73). A figura 74 define as dimensões dos objetos *Draconis*.



Figura 73 - Suporte de superfícies Draconis. Fonte: A autora (2018).

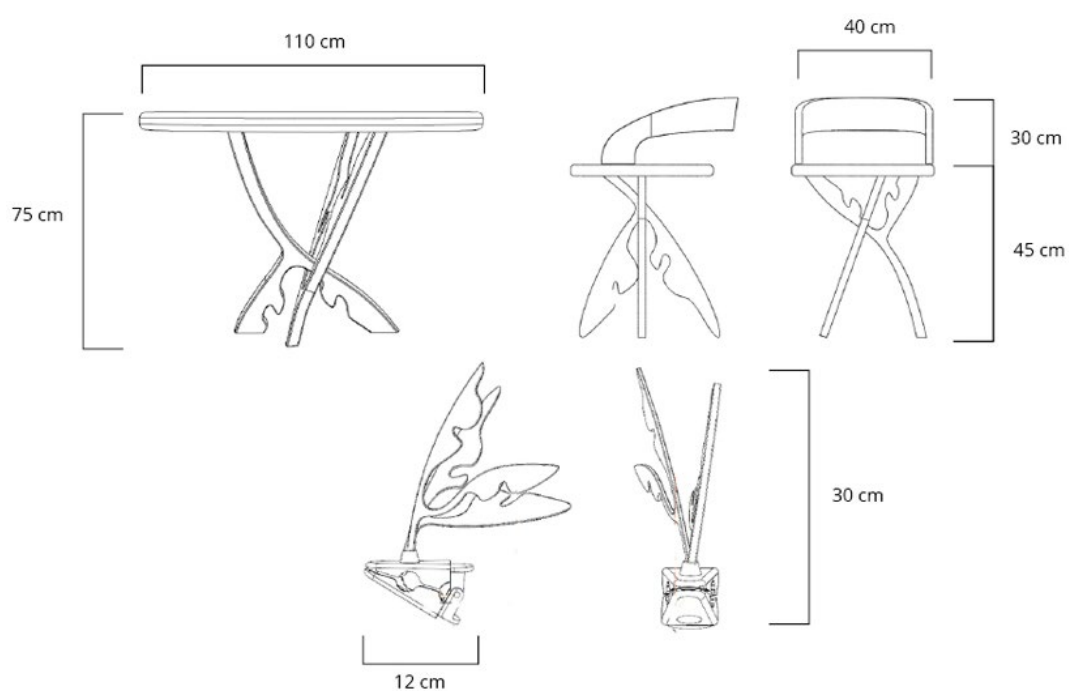


Figura 74 - Dimensionamento linha Draconis (mesa, cadeira e luminária). Fonte: A autora (2018).

4.7.3.3 Linha Régia

Este grupo de mobiliário possui duas variantes modulares: uma versão em quarto de círculo, e outra, em formato quadrado. Ambas possibilitam conjugar peças (por exemplo: em cantos de paredes), aproveitando-se de modo mais eficiente o espaço.

A exemplo da linha Hippocampus, seus elementos variam em escala:

- Versão reduzida – possui estrutura circular fixa (figura 75).
- Versão média – configura objetos como sofás e cadeiras (figura 76).
- Versão ampliada – conjuga elementos circulares e quadrados como objetos delimitadores de espaços (exemplo: biombos e decks, figura 77).

As mesas e os assentos desta linha, devem ser articuladas com peças Hippocampus. Observa-se que é possível produzir peças da linha Régia com interior vazado ou com assentos acolchoados. Nesta variante, a porção estofada eleva-se para preencher os espaços da estrutura.

Como pode ser visto na figura 77, as superfícies da linha podem ser aplicadas verticalmente como divisores de ambientes (biombos) ou horizontalmente em relação ao solo (*decks*). A figura 78 especifica o dimensionamento das peças integrantes da linha Régia.



Figura 75 - Módulo em versão média linha Régia. Fonte: A autora, (2018).



Figura 76 - Assento Modular linha Régia. Fonte: A autora, (2018).



Figura 77 - Módulos Régia aplicados como divisórias de ambiente. Fonte: A autora (2018).

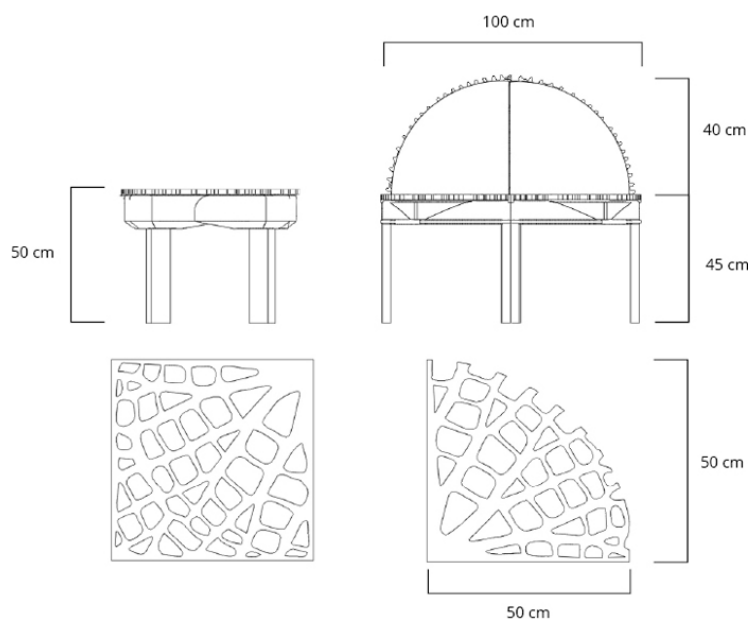


Figura 78 - Dimensionamento linha Régia (mesa, cadeiras modulares e *decks*). Fonte: A autora (2018).

4.7.4 Miniaturas de mobiliário

Esta etapa de produção teve por objetivo a definição em escala 1:8 das características projetadas para algumas das peças Biosense (figuras 79 e 80). Foram selecionados elementos da linha Régia (mesas e módulo luminoso) e da linha Draconis (*decks* e assento modular).

Os seguintes recursos foram empregados para a construção das miniaturas: madeira balsa, pastas plásticas em polipropileno, grampo prendedor de papel, arame, papel paraná, impressão 3D em plástico de poliácido láctico (PLA) e tintas.



Figura 79 - Miniaturas linha Draconis e Linha Régia. Fonte: A autora (2018).



Figura 80 – Miniaturas Linha Régia. Fonte: A autora (2018).

4.7.5 Ambiente

Intenciona-se que os ambientes da marca Biosense sejam multifuncionais, ou seja, locais para atividades de lazer e de trabalho. É possível dividir o espaço de relaxamento daquele destinado às atividades laborais através dos *decks* e biombos da linha Régia. Desse modo, evita-se o isolamento do indivíduo, garantindo-se, simultaneamente, amplitude visual, e privacidade.

O local deve se caracterizar por luminosidade e aeração adequadas, e presença de elementos vivos (exemplo: plantas variadas). Chama-se atenção que o recinto de trabalho deve conter diversas superfícies planas e de armazenamento, enquanto o espaço de convívio é marcado por módulos de assento dispostos de maneira a estimular interações sociais e relaxamento. As figuras 81, 82 e 83 ilustram algumas possibilidades de combinações do mobiliário Biosense.

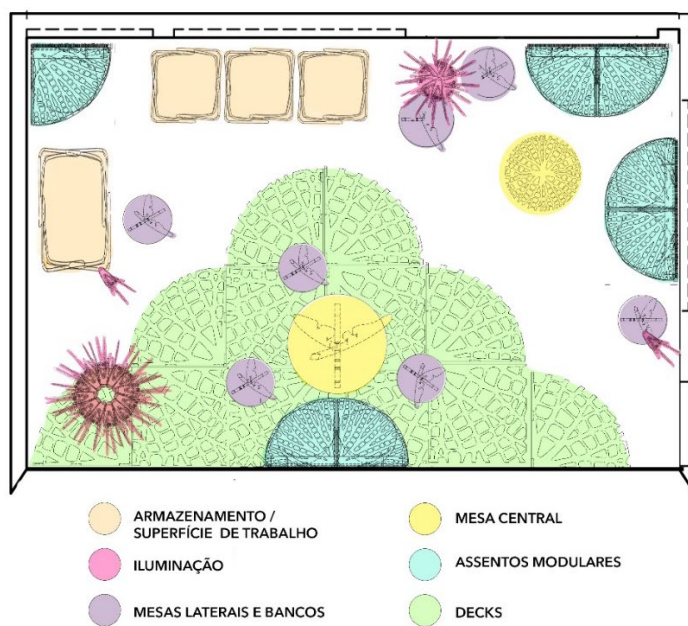


Figura 81 – Composição de ambiente Biosense 1. Fonte: A autora, (2018).

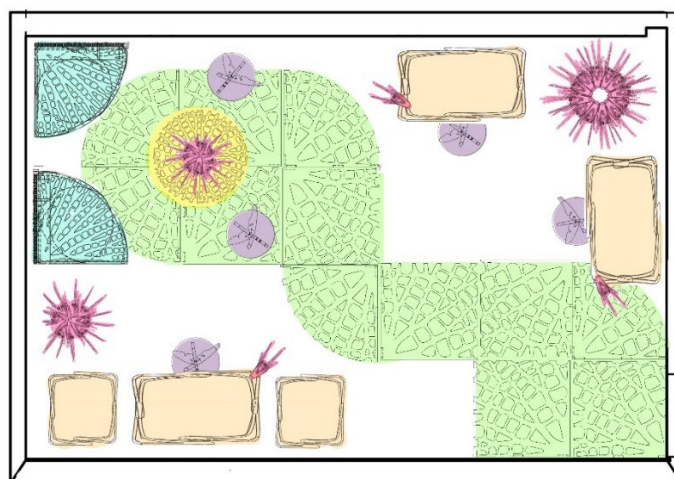


Figura 82 - Composição de ambiente Biosense 2. Fonte: A autora, (2018).

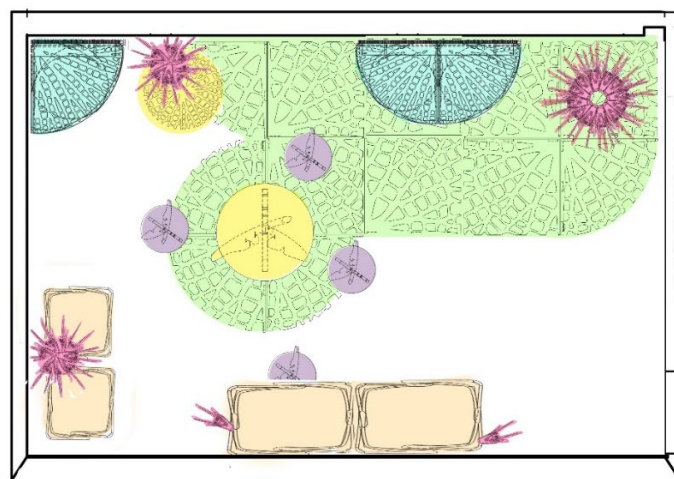


Figura 83 - Composição de ambiente Biosense 3. Fonte: A autora, (2018).

4.7.6 Modelo de ambiente tridimensional digital

Delineou-se um modelo em *software* fundamentado nas propostas anteriormente apresentadas. Peças de mobiliário Biosense foram mescladas com elementos naturais (vegetação). Grafemas e símbolos da marca figuram como elementos decorativos no espaço. A linha Régia, neste exemplo, relaciona-se com o espaço de lazer e repouso e a linha Hippocampus destina-se ao apoio de atividades laborais. Peças Draconis são utilizadas para apoio de objetos e como assento (figuras 84 e 85).

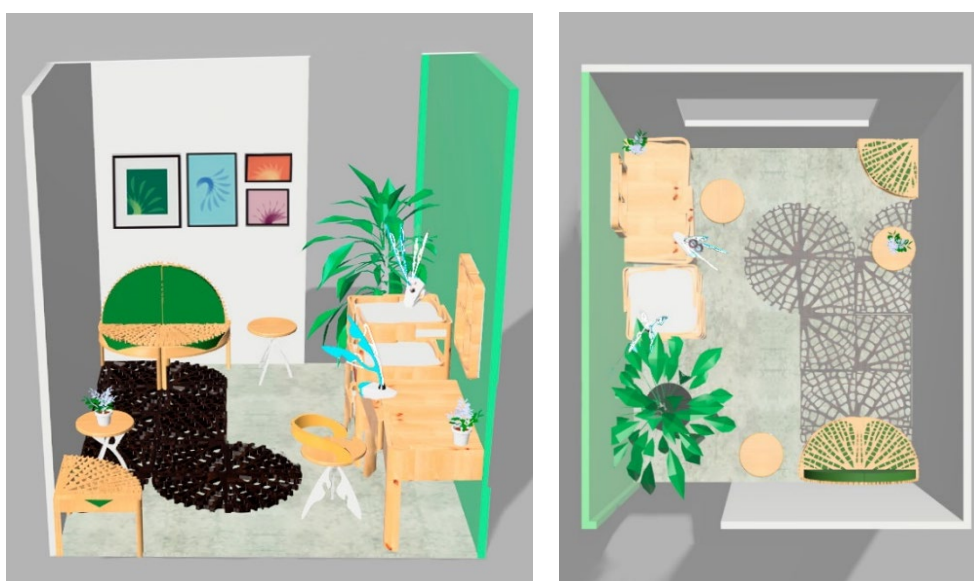


Figura 84 - Disposição de mobiliário Biosense em ambiente tridimensional. Fonte: A autora (2018).

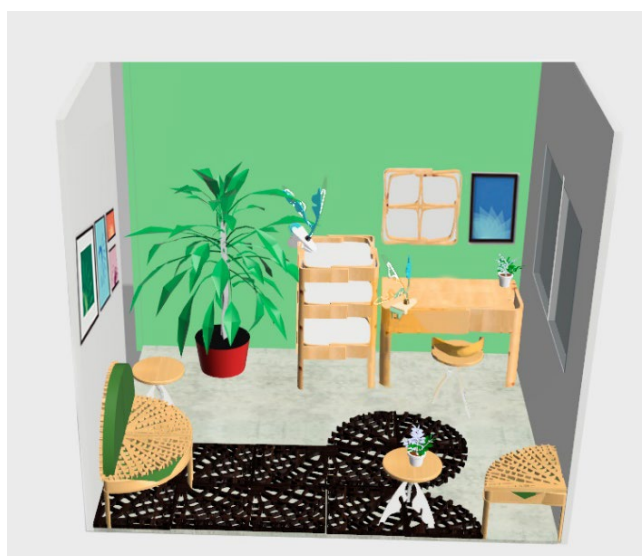


Figura 85 - Disposição de mobiliário e elementos decorativos Biosense. Fonte: A autora (2018).

4.7.7 Próximos passos

Aponta-se que a produção das peças definidas neste projeto em escala real (1:1), em materiais apropriados, disponibilizará uma melhor percepção das formas. Realizar testes de uso e resistência dos objetos também será fundamental.

Analisar-se-á a submissão dos modelos digitais em plataforma “*maker*” para produção das peças principalmente em máquinas de comando numérico controlado (CNC) e cortadoras à laser (FELÍCIO, 2012), cujos aspectos de produção sob demanda estarão adequados às propriedades expostas na Matriz dos Princípios da Vida, e em especial no que se refere ao uso eficiente de recursos e conexão com materiais locais.

Tais máquinas estarão conectadas à produção dos elementos planejados de produtos Biosense. Partes de maior espessura, tais como módulos de mesas Hippocampus poderão ser seccionadas para união por encaixes. Para elaborar peças de estofamento considera-se o uso de serviços de corte e costura disponíveis nas localidades de produção dos artefatos. Componentes curvos poderão ser produzidos em máquinas CNC de múltiplos eixos. Pretende-se que a produção utilize madeiras certificadas provenientes de cultivo sustentável, majoritariamente em configuração de compensado ou MDF.

Recomenda-se a criação de um espaço biofílico tangível. Para o alcance desta meta será preciso dispor os objetos Biosense no ambiente e analisar suas interrelações com as demais propriedades e elementos do meio (exemplo: luz, água, fluxos aéreos e organismos) e notadamente com os usuários.

5. CONCLUSÃO

Os objetivos estabelecidos para os projetos, aqui apresentados, foram atingidos. Aditivamente, é relevante assinalar futuros desdobramentos comuns a Programação Visual e Projeto de Produto. Assim, será primordial contemplar mais satisfatoriamente o critério ‘sustentabilidade’, lembrando que este aspecto se revelou deficitário na literatura estudada, tal como demonstrado na análise paramétrica.

Sugere-se a adoção de outras metodologias inspiradas na natureza e na sustentabilidade, como o *Cradle to Cradle*, em que o material é reutilizado no ciclo fabril para evitar descartes (*up-cycling*) associadas à análise do ciclo de vida dos produtos (BRAUNGART; MCDONOUGH, 2013; FIKSEL, 2012).

Recomenda-se integrar os projetos ao movimento de prototipagem rápida, de modo que não dependam de estoques em larga escala, fornecedores, transporte e demais atividades poluidoras. É desejável, portanto, uma produção sob demanda e uso de materiais digitais.

Conclui-se que é fundamental o exercício de um pensamento interdisciplinar pelo designer como recurso de inovação em sua área. Vale retomar que a genialidade da natureza contou com bilhões de anos para testar e aprimorar suas criações. Logo, é preciso considerar que os organismos oferecem soluções similares para dilemas projetuais dos seres humanos. Saber desvendar o meio natural, conforme postula a Hipótese da Biofilia, é competência do profissional de Design que tem como meta ampliar o bem-estar dos seres humanos em harmonia com seu ambiente.

REFERÊNCIAS

ADAMS, Sean; MORIOKA, Noreen; STONE, Terry. **Logo design workbook**: a hands-on guide to creating logos. Estados Unidos: Rockport Publisher, 2004. 240 p.

ANTONIOLI, Manola. **Biomimétisme**: science, design et architecture. Dijon, França: Éditions Loco, 2017. 144 p.

ARDUINO. **Arduino**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>>. Acesso em: 20 set. 2018.

ARRUDA, Amilton. **Como a biônica e biomimética se relacionam com as estruturas naturais na busca de um novo modelo de pesquisa projetual**. Brasil: UFPE, 2010.

Disponível em: <https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/encuentro2010/administracion-concursos/archivos_conf_2013/1345_68759_2401con.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2017.

BALL, Philip. **Formes et motifs dans la nature**: l'ordre caché du monde sous l'apparent chaos. Paris, França: Éditions Ulmer, 2016. 288 p.

BAUMEISTER, Dayna; TOCKE, Rose; RITTER, Sherry; DWYER, Jamie. **Biomimicry Resource Handbook**: a seed bank of best practices. Montana, Estados Unidos: Biomimicry 3.8, 2014. 285 p.

BENYUS, Janine. **Biomimétisme**: quand la nature inspire des innovations durables. Paris, França: Rue de l'Échiquier, 2002. 308 p.

BODEN, Margaret; EDMONDS, Ernest. **What is generative art?** Digital Creativity, v. 20, p. 21–46, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/14626260902867915>>. Acesso em: 10 jun 2018.

BRAUNGART, Michael; MCDONOUGH, William. **Cradle to cradle**: criar e reciclar ilimitadamente. Espanha: GG Barcelona, 2013. 192 p.

BROWER, Cara; MALLORY, Rachel; OHLMAN, Zachary. **Experimental eco-design**: architecture, fashion, product. Suíça: Rotovision, 2005. 176 p.

BROWNE; Robert; BAKER, Janine; CONNOLLY, Rod. Syngnathids: seadragons, seahorses, and pipefishes of gulf st vincent, **Natural History of Gulf St Vincent**, Royal Society of South Australia, Adelaide, Australia, p. 162-176, 2008.

BROWNING, Bill; GARVIN, Chris; RYAN, Catie; KALLIANPURKAR, Namita; LABRUTO, Leslie; WATSON, Siobhan; KNOP, Travis. **The economics of biophilia: why designing with nature in mind makes financial sense**. Nova Iorque, Estados Unidos: Terrapin Bright Green, 2012. Disponível em: <www.terrapinbrightgreen.com/report/economics-of-biophilia/>. Acesso em: 5 maio 2018.

BROWNING, William; RYAN, Catherine; CLANCY, Joseph. **14 patterns of biophilic design**. Nova Iorque, Estados Unidos: Terrapin Bright Green, 2014. Disponível em: <www.terrapinbrightgreen.com>. Acesso em: 15 maio 2018.

CARNEIRO, Levi. **Marca corporativa: um universo em expansão**. Belo Horizonte, 2007. 66 p. Disponível em: <<https://issuu.com/levicarneiro/docs/marca-corporativa-um-universo-em-ex>>. Acesso em: 3 set. 2018.

DAY, Christopher. **Places of the soul: architecture and environmental design as a healing art**. Oxford, GB: Elsevier Architectural Press, 2004. 309 p.

DE PAUW, I.C., KARANA, E. e KANDACHAR P. V. Nature-inspired design strategies in sustainable product development: a case-study of student projects. **Proceedings of DESIGN 2012: 12th International Conference on Design**, Dubrovnik, Croácia, 2012. p. 787-796.

DIAS, Eduardo. **A Natureza no Processo de Design e no Desenvolvimento do Projeto**. Editora Senai SP, 2014

DKPUBLISHING. **Design: the definitive visual history**. London, GB: Penguin Random House, 2015. 400 p.

DOPRESS BOOKS. **Ecodesign: furniture, meubles, muebles, mobiliário**. Barcelona, Espanha: Promopress Editions, 2013. 155 p.

DORIN, Alan; MCCABE, Jonathan; MCCORMACK, Jon; MONRO, Gordon; WHITELAW, Mitchell. **A framework for understanding generative art**. 2012. Disponível em: <www.researchgate.net/publication/263596638_A_framework_for_understanding_generative_art>. Acesso em: 5 maio 2018.

DOUGHERTY, Brian. **Design gráfico sustentável**. Nova Iorque, Estados Unidos: Edições Rosari, 2008. 176 p.

DUMONT, Elisabeth. **La Géometrie dans le monde végétal**. Paris, França: Éditions Ulmer, 2014. 192p

EDMONDS, Ernest. **Logics for constructing generative art systems**. Digital Creativity, v. 14, p. 23-28, Swets & Zeitlinger. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1076/digc.14.1.23.8808>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

ELDIN, Nour; ABDOL, Amal; ELGAWAD, Abd. Biomimetic Potentials for Building Envelope Adaptation in Egypt. **Procedia Environmental Sciences**, v. 34, p. 375-386, 2016. Disponível em <www.sciencedirect.com>. Acesso em: 20 set. 2018.

ELMANSY, Rafiq. **Swot analysis: Exploring innovation and creativity within organizations**. Designorate, 2015. Disponível em: <www.designorate.com/swot-analysis-innovation-creativity>. Acesso em: 5 maio 2018.

EL-ZEINY, Rasha. Biomimicry as a problem solving methodology in interior architecture. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, Bangkok, Tailândia, v. 50, p. 502-512, 2012. Disponível em: <www.sciencedirect.com>. Acesso em: 19 out. 2017.

ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. **Baroque art and architecture**. Disponível em: <www.britannica.com/art/Baroque-art-and-architecture>. Acesso em: 5 maio 2018.

ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. **Biophilia hypothesis**. Disponível em: <www.britannica.com/science/biophilia-hypothesis#ref1090174>. Acesso em: 5 maio 2018.

FELÍCIO, Fernando José Silva. **Fabricação rápida no design**: uma abordagem na concepção de produto. Universidade de Lisboa, 2012. 123 p.

FIKSEL, Joseph. **Design for environment**: a guide to sustainable product development. 2. ed., EUA: McGraw-Hill, 2012. 432 p.

FISCHER, Thomas; HERR, Christiane. **Teaching generative design**. Universidade Politécnica de Hong Kong, Hong Kong, 2001. Disponível em: <www.researchgate.net/publication/30869860_Teaching_Generative_Design>. Acesso em: 27 jun. 2018.

FOURNIER, Mat. **Quand la nature inspire la science**: histoires des inventions humaines qui imitent les plantes et les animaux. Toulouse: Plume de Carotte, 2011. 154 p.

GALANTER, Philip. **What is generative art?** Complexity theory as a context for art theory. 2003. Disponível em: <www.philipgalanter.com/downloads/ga2003_paper.pdf>. Acesso em: 5 maio 2018.

GIBSON, James. **The Ecological approach to visual perception**. Nova Iorque, EUA: Psychology Press, Taylor & Francis Group, 1986. 348 p.

GRIFFIN, Corey. **An introduction to biophilia and the built environment**. Portland. PDXScholar, 2004. Disponível em: <pdxscholar.library.pdx.edu>. Acesso em: 27 mar. 2017.

GUIDA, Francesco. **Generative visual identities, new scenarios in corporate identity**. 2014. Disponível em: <www.generativeart.com/GA2014papers/Francesco_E_Guida_2014.pdf>. Acesso em: 5 maio 2018.

HALE, Melina. Functional morphology of ventral tail bending and prehensile abilities of the seahorse, *Hippocampus kuda*. **Journal of Morphology**, EUA, v. 227, n. 1, p. 51-65, 1996.

HEERWAGEN, Judith; HASE, Betty. Building biophilia: connecting people to nature in building design; studies show that incorporating the natural environment into buildings can have a positive influence on psychological, physical and social well-being. **Environmental Design & Construction**, 2001. Disponível em: <citeseerx.ist.psu.edu>. Acesso em: 27 mar. 2017.

IIDA, Itiro; BUARQUE, Lia. **Ergonomia**: projeto e produção. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2016. 850 p.

IMANI, Marzieh, Bio-inspired design approach analysis: a case study of Antoni Gaudi and Santiago Calatrava. **International Journal of Architectural and Environmental Engineering**, World Academy of Science, Engineering and Technology, v. 11, n. 18, 2017.

KEELER, Marian; BURKE, Bill. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010. 362 p.

KELLERT, Stephen. Dimensions, elements and attributes of biophilic design. 2008. In: KELLERT, Stephen; HEERWAGEN, Judith; MADOR, Martin. **Biophilic design: the theory, science and practice of bringing building to life**. Hoboken, EUA: John Wiley & Sons, 2013. p. 3-19. Disponível em: <www.researchgate.net>. Acesso em: 27 mar. 2017.

LIDWELL, William; HOLDEN, Kritina; BUTLER, Jill. **Universal Principles of Design**. Revised and Updated: 125 Ways to Enhance Usability, Influence Perception, Increase Appeal, Make Better Design Decisions, and Teach through Design. Rockport Publishers; Edição: Second Edition, Revised and Updated, 2010. 272 p.

MAI, Ana Cecília Giacometti; ROSA, Ierecê Maria de Lucena. Aspectos ecológicos do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* no estuário Camurupim/Cardoso, Piauí, Brasil, fornecendo subsídios para a criação de uma Área de Proteção Integral. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 9, n. 3, p. 85-91, set. 2009. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032009000300007>. Acesso em: 5 maio 2018.

MARTINS, João Carlos Monteiro. **Introdução ao design do produto modular: considerações funcionais, estéticas e de produção**. Porto, Portugal: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Escola Superior de Artes e Design de Matosinhos, 2002.

MARTINS, José Roberto. **Branding: um manual para você criar, gerenciar e avaliar marcas**. 3. ed. São Paulo: Global Brands, 2006. 312 p.

MATO GROSSO DO SUL. Semagro. Imagem: vitoria-regia-672x372. 2017. Disponível em: <www.semagro.ms.gov.br/vitoria-regia-672x372/>. Acesso em: 5 maio 2018.

MCCORMACK, Jon. Art and the mirror of nature, **Digital Creativity**, v. 14, n. 1, p. 3-22, 2003. Disponível em: <www.tandfonline.com/doi/abs/10.1076/digc.14.1.3.8807>. Acesso em: 5 maio 2018.

MCCORMACK, Jon; DORIN, Alan; INNOCENT, Troy. Generative design: a paradigm for design research. In: REDMOND, John et al. (Eds.) **Proceedings of Futureground**, Design Research Society, Melbourne, Australia, 2004.

Disponível em:

<www.researchgate.net/publication/241140162_Generative_design_a_paradigm_for_design_research>. Acesso em: 27 jun. 2018.

MCKITTRICK, Joanna; MEYERS, Marc. **Seahorse's armor gives engineers insight into robotics designs**. 2013. Disponível em: <<https://phys.org/news/2013-05-seahorse-armor-insight-robotics-video.html>>. Acesso em: 5 maio 2018.

NEUTENS, Celine; ADRIAENS, Dominique; CHRISTIAENS, Joachim; DE KEGEL, Barbara; DIERICK, Manuel; BOISTEL, Renaud; VAN HOOREBEKE, Luc. Grasping convergent evolution in syngnathids: a unique tale of tails. **Journal of Anatomy**, Rockville Pike, EUA, v. 224, n. 6, p. 710-723, 2014.

ÖZDEMİR, Nur Banu; SELCUK, Semra Arslan. Tree metaphor in architectural design. **International Journal of Architecture and Urban Studies**, Quarterly Journal by Dakam, v. 1, n. 1, set. 2016. Disponível em: <www.researchgate.net/publication/327386430_Tree_Metaphor_in_Architectural_Design>. Acesso em: 5 maio 2018.

PAPANEK, Victor. **Arquitetura e design: ecologia e ética**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 1995. 284 p.

PAPANEK, Victor. **Design for the Real World: human ecology and social change**. 2. ed. London, GB: Thames & Hudson, 2001. 418 p.

PEROTTO, Evandro Renato. **Conceituando a Marca pela Enunciação: uma proposta no campo da comunicação**. Tese de Mestrado, Faculdade de Comunicação, Universidade de Brasília, 2007. 89 f.

PEROTTO, Evandro Renato. **O mapa simbólico-identitário e o lugar-de-ser: as comunicações das marcas contemporâneas e as cartografias sociais**. Tese de Doutorado, Faculdade de Comunicação, Universidade de Brasília, 2014. 125 f.

PORTER, Michael; NOVITSKAYA, Ekaterina; CASTRO-CESEÑA, Ana Bertha; MEYERS, Marc; MCKITTRICK, Joanna. **Fracture resistant bones: unusual deformation mechanisms of seahorse armor**. Universidade da Califórnia, EUA, 2012. 13 p.

PORTER, Michael; NOVITSKAYA, Ekaterina; CASTRO-CESEÑA, Ana Bertha; MEYERS, Marc; MCKITTRICK, Joanna. Highly deformable bones: unusual deformation mechanisms of seahorse armor. **Acta Biomaterialia**, California, Estados Unidos, v. 9, p. 6763-6770, 2013.

PORTER, Michael; RAVIKUMAR, Nakul. 3D-printing a 'family' of biomimetic models to explain armored grasping in syngnathid fishes. **Bioinspiration & Biomimetics**, v. 12, n. 6, 2017.

PRAET, Tomas; ADRIAENS, Dominique; VAN CAUTER, Sofie; MASSCHAELE, Bert; BEULE, De Matthieu; VERHEGGHE, Benedict. Inspiration from nature: dynamic modelling of the musculoskeletal structure of the seahorse tail. **International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering**, Ghent University, Bélgica, 2012. Disponível em: <wileyonlinelibrary.com>. Acesso em: 5 maio 2018.

REYES, Fabiola. **Nature: inspiration for art and design**. Barcelona, Espanha: Instituto Monsa de Ediciones, 2008. 190 p.

ROSSIN, Karen Jonhson. Biomimicry: nature's design process versus the designer's process. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, Miami, Estados Unidos, v. 138, 2010. Disponível em: <www.witpress.com>. Acesso em: 31 mar. 2017.

SALAMA, Ashraf; CROSBIE, Michael. Biomimetically correct. Buthayna Eilouti Special Volume: Design Education: Explorations and Prospects for a Better Built Environment. **International Journal of Architectural Research: ArchNet-IJAR**, Cambridge, EUA, v. 4, n. 2/3, p. 10-18, 2010. Disponível em: <http://archnet-ijar.net/index.php/IJAR/issue/view/16>. Acesso em: 27 mar. 2017.

SAMPRINI, Andrea. **A marca pós-moderna: poder e fragilidade da marca na sociedade contemporânea**. Barueri, São Paulo: Estação das Letras, 2006. 320 p.

SCHANZ, Sabine. **Frei Otto, Bodo Rasch: Finding Form**. Towards an Architecture of the Minimal. München: Axel Menges, 1995.

SKELHORN, John; ROWLAND, Hannah; RUXTON, Graeme. The evolution and ecology of masquerade. **Biological Journal of the Linnean Society**, London, GB, v. 99, p. 1-8, 2010.

STICKDORN, Marc; SCHNEIDER, Jakob (Ed.). **This is service design thinking: basics, tools, cases**. Hoboken, EUA: John Wiley & Sons, 2012. 384 p.

STICKDORN, Marc; SCHNEIDER, Jakob. **This is service design thinking: basics, tools, cases**. Hoboken, EUA: John Wiley & Sons, 2011. 373 p.

STILLER, Josefin; WILSON, Nerida; DONNELLAN, Stephen; ROUSE, Greg. The leafy seadragon, *Phycodurus eques*, a flagship species with low but structured genetic variability. **Journal of Heredity**, American Genetic Association, v. 108, n. 2, p. 152-162, 2017.

STILLER, Josefin; WILSON, Nerida; ROUSE, Greg. A spectacular new species of seadragon (Syngnathidae), **Royal Society of Open Science**, London, GB, v. 2, p. 1-12, 2015. Disponível em: <http://rsos.royalsocietypublishing.org/>. Acesso em: 20 set. 2018.

STRUNCK, Gilberto. **Como criar identidades visuais para marcas de sucesso**. 4. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2012. 200 p.

SUGÁR, Viktória; LECZOVICS, Péter; HORKAI, András. **Bionics in architecture**. 2017. Disponível em: <www.researchgate.net/publication/318395777_Bionics_in_architecture>. Acesso em: 5 maio 2018.

TAVSANA, Filiz; SONMEZB, Elif. Biomimicry in furniture design. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, Atenas, Grécia, v. 197, p. 2285-2292, 2015. Disponível em: <www.sciencedirect.com>. Acesso em: 27 mar. 2017.

THIÉRY, Alain; BRETON, Charles. **Biomimétisme: on n'a rien inventé!** Paris, França: Le Cavalier Bleu Éditions, 2017. 136 p.

VAN CAUTER, Sofie; ADRIAENS, Dominique; KANNAN, Srikanth; SRIGIRIRAJU, Srikanth; PRAET, Tomas; MASSCHAELE, Bert; BEULE, Matthieu de; VERHEGGHE, Benedict. **Virtual design from nature**: kinematic modeling of the seahorse tail. Simulia Customer Conference, Bélgica: Ghent University, p. 1-14, 2010.

VERSCHLEISSER, Roberto. **Aplicação de estruturas de bambu no design de objetos**: como construir objetos leves, ecológicos e de baixo custo. 2008. Disponível em: <www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0313144_08_pretextual.pdf>. Acesso em: 5 maio 2018.

VERSOS, Carlos; COELHO, Denis. **An Approach to Validation of Industrial Design Concepts Inspired by Nature**. Design Principles and Practices, 2011. Disponível em <www.researchgate.net/publication/224831558>. Acesso em: 19 out. 2017.

VEZZOLI, Carlo; MANZINI, Ezio. **Design for environmental sustainability**. London, GB: Springer-Verlag, 2008. 322 p.

VIANNA, Maurício; VIANNA, Ysmar; ADLER, Isabel; LUCENA, Brenda; RUSSO, Beatriz. **Design thinking**: inovação em negócios. Rio de Janeiro: MJV Press, 2012. 162 p.

VOLSTAD, Nina Louise; BOKS, Casper. Biomimicry: a useful tool for the industrial designer? **DS 50: Proceedings of NordDesign 2008 Conference**, Tallinn, Estonia, 2008. p. 275-284. Disponível em: <https://www.designsociety.org/publication/27376/biomimicry_%E2%80%93_a_useful_tool_for_the_industrial_designer>. Acesso em: 19 out. 2017.

WAL, Arianne J. van der; SCHADE, Hannah M.; KRABBENDAM, Lydia; VUGT, Mark van. **Do natural landscapes reduce future discounting in humans?** 2013. Disponível em: <www.researchgate.net/publication/258336060_Do_natural_landscapes_reduce_future_discounting_in_humans>. Acesso em: 5 maio 2018.

WASSENBERGH, Sam; ROOS, Gert; FERRY, Lara. An adaptive explanation for the horse-like shape of seahorses. **Nature Communications**, London, GB, v. 2, n. 1, 2011.

ZARI, Maibritt Pedersen. Biomimetic approaches to architectural design for increased sustainability. **SB07**, Paper number 33, New Zealand, 2007. Disponível em: <www.researchgate.net/publication/237460476_BIOMIMETIC_APPROACHES_TO_ARCHITECTURAL_DESIGN_FOR_INCREASED>. Acesso em: 19 out. 2017

APÊNDICE 1

Produtos da Análise Paramétrica	
Nome	Designer
Cadeira Butterfly	Eduardo García Campos
Mochila Pangolim	Cyclus
Velcro	George de Mestral
Aquaweb	Jacob Russo, Anamarija Frankic, and C. Mike Lindsey
Postes de Luz Mango	Adam Mikloski
Luminária Bloom	Patrick Jouin
HygroScope e HygroSkin	Achim Menges David Correa, Oliver David Krieg, and Steffen Reichert
Lâmpada 25	Kovac Family
Lilly, objeto luminoso suspenso	Patrick Jouin
Solar Ivy	Sustainably Minded Interactive Technology
Hotel Votu	GCP Arquitectura and Urbanismo's
Shinkansen	Eiji Nakatsu
Lotusan	Sto Corp
Sharlet AF	Sharklet Technologies
Eco Cradle	Ecovative Design
Ultracane	Ultracane
Fastskin	Speedo
Upside down lounge	Floris Wubben
Bamboo Cell	Fanson Mang
Rede de Madeira	Adam Cornish
Shavings	Yoav Avinoam
Topo Tables	Scott Franklin e Miao Miao
Plantable	JAILmake
The Idea of a Tree	Micher'traxler
Shadylace	Chris Kabel
Bonsai Tree	Jennifer Chan
Arborism	Nosinger
Trabecula Bench	Janne Kytanen
Shoal	Dominic Bromley
Harare Eastgate Center	Mick Pearce
Mercedes-Benz Bionic	DaimlerChrysler AG
Palácio de Cristal	Joseph Paxton
Cell Chair	Lillian van Daal
Entropy Carpet	David Oakey
Biophilia – Healing Green	Benjamin Lin
Estádio Nacional de Pequim	Jacques Herzog, Pierre de Meuron, Stefan Marbach e Ai Weiwei,
Lobby do Hotel Hamada	Marissa Terracciano
Hedge – assento modular	Justin Beitzel
Gecko tape	Al Crosby, Duncan Irschick
Sycamore Fan	Sycamore Technologies

Lista de Produtos Integrantes da Análise Paramétrica

Fonte: A autora, (2018).

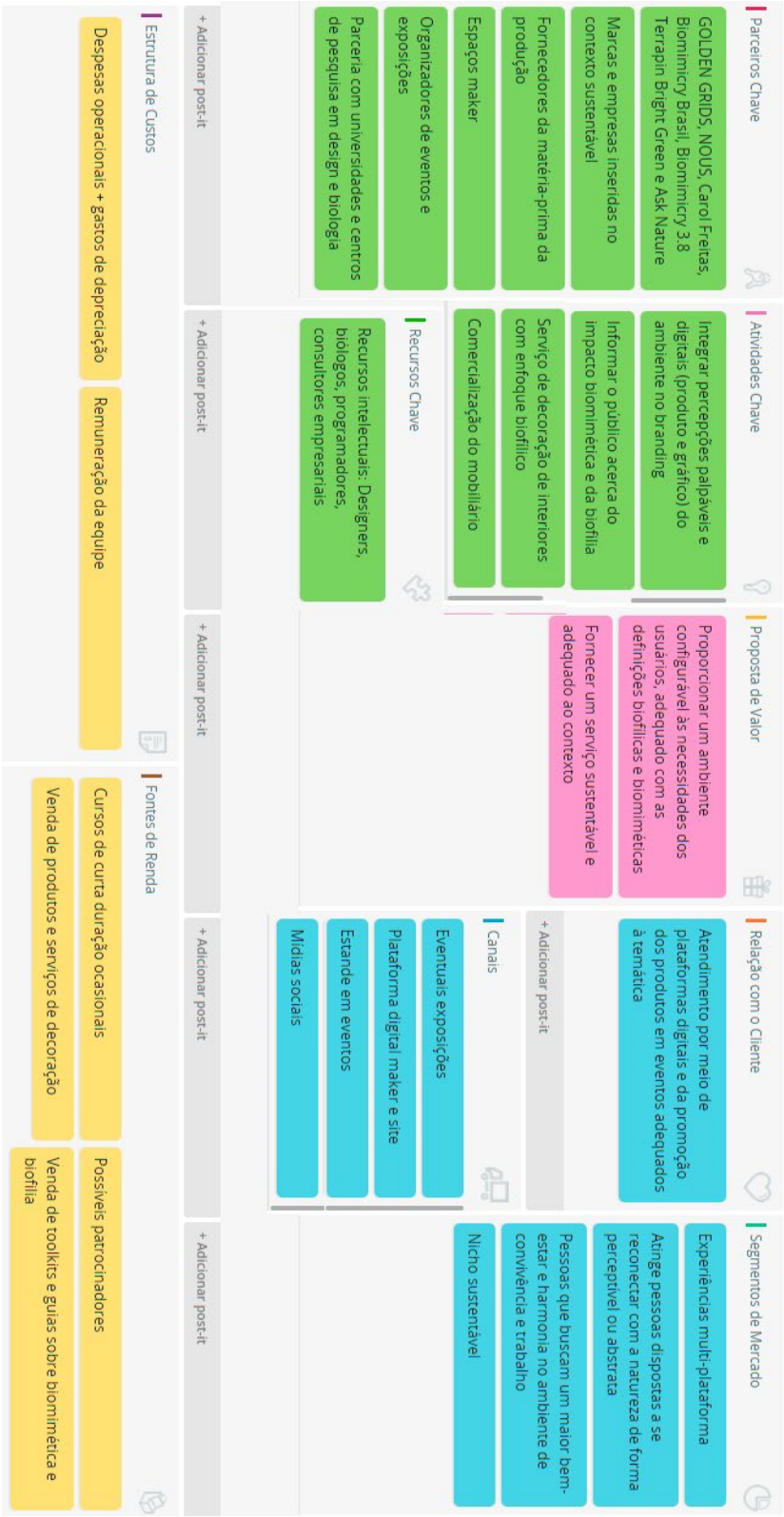
APÊNDICE 2



Matriz SWOT.

Fonte: A autora, (2018).

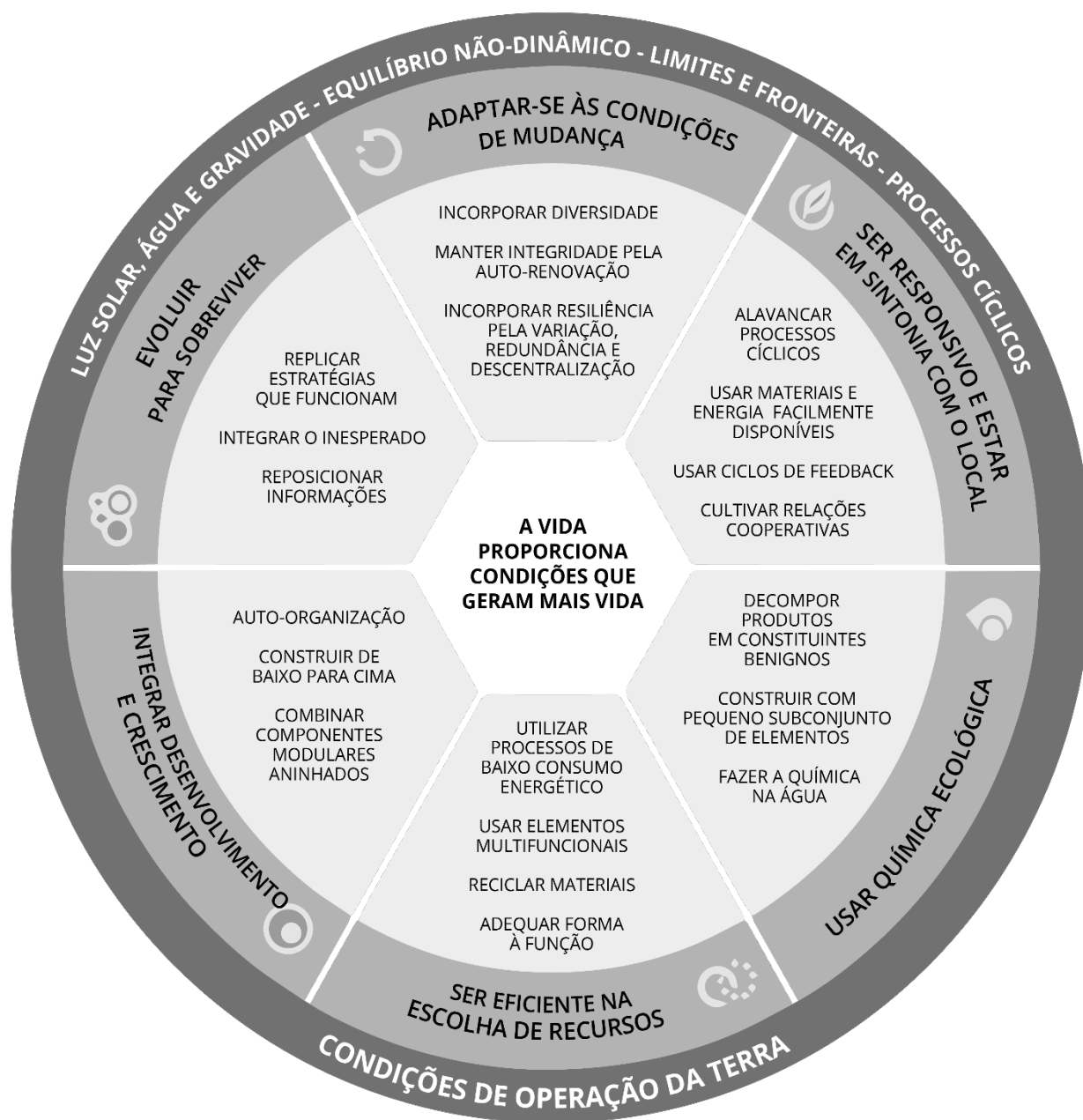
APÊNDICE 3



Business Model Canvas.

Fonte: A autora, (2018).

ANEXO 1

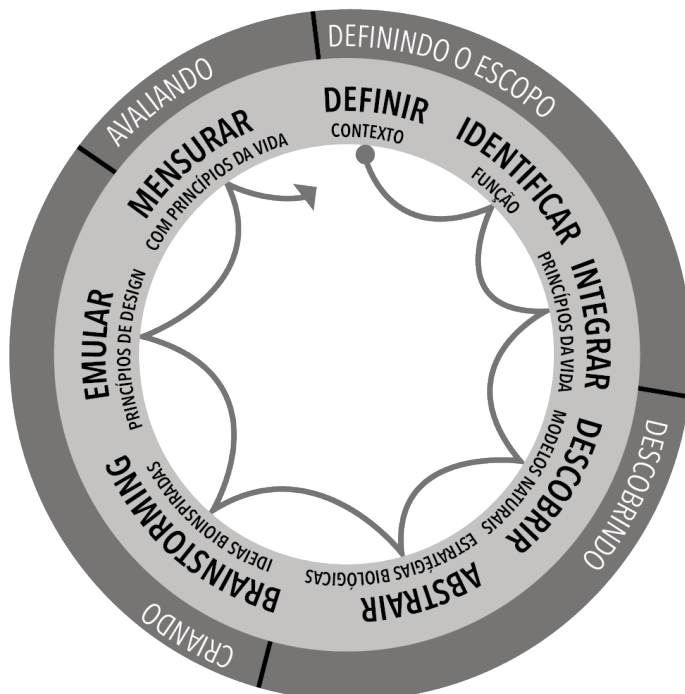


Matriz Princípios da Vida

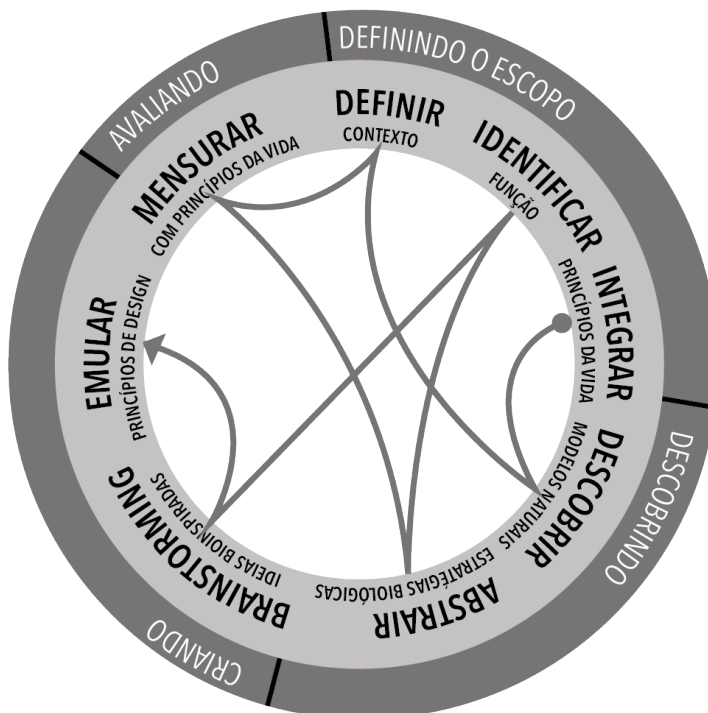
Fonte: Biomimicry Resource Handbook (2014).

ANEXO 2

Design para Biologia



Biologia para Design



Lentes Biomiméticas.

Fonte: Biomimicry Resource Handbook (2014).